ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AVRIL 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Les hydrates du fluorure de potassium.* Note (¹) de M. DE FORCRAND.

On ne possède encore que très peu de données sur l'hydratation des fluorures alcalino-terreux et alcalins.

On sait seulement que les fluorures alcalino-terreux sont très peu solubles, que la solubilité augmente un peu en passant au fluorure de sodium, et les résultats, peu concordants d'ailleurs, obtenus jusqu'ici pour le fluorure de potassium, indiquent une solubilité plus grande encore; les fluorures de rubidium et de cæsium sont décrits comme très solubles et déliquescents. Il semble donc déjà que la solubilité augmente du calcium au cæsium, c'est-à-dire dans l'ordre que j'ai récemment proposé d'adopter (²).

Quant aux hydrates solides, cristallisés, le composé $KF + 2H^2O$, étudié successivement par Rose, Frémy et par M. Guntz, est le seul hydrate connu.

J'ai d'abord cherché à dresser le Tableau des solubilités, en adoptant les nombres publiés antérieurement pour les alcalino-terreux, et les résultats de mes déterminations pour les fluorures alcalins. J'exprime ces nombres en traduisant en formules la composition de la liqueur saturée. En regard j'ai reproduit le Tableau que j'ai donné récemment pour les chaleurs de dissolution :

(¹) Reçue dans la séance du 18 avril 1911.

(²) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 27.

	Solubilités vers +18°.		Chaleurs de dissolution vers +15°.
$\frac{Ca}{2}F$.....	+120770 H^2O	$\frac{Ca}{2}F$....................	−1,35
$\frac{Sr}{2}F$.....	+ 29860 H^2O	$\frac{Sr}{2}F$....................	−1,05
$\frac{Ba}{2}F$....	+ 2993 H^2O	$\frac{Ba}{2}F$....................	−0,95
LiF.....	+ 534 H^2O	LiF....................	−1,04
NaF.....	+ 60,6 H^2O	NaF....................	−0,60
	à +13°.		
KF.....	+ 5,76 H^2O ou 3,90 H^2O	KF....................	+4,10
RbF.....	+ 4,4 H^2O	RbF....................	+5,80
CsF.....	+ 2,3 H^2O	CsF....................	+8,37

Ainsi c'est dans cet ordre qu'augmentent à la fois et la solubilité et la chaleur de dissolution.

J'ai cherché à préciser davantage en préparant les hydrates cristallisés des fluorures alcalins, et d'abord ceux du fluorure de potassium.

L'un de ces hydrates est le composé $KF + 2H^2O$, signalé depuis longtemps. C'est lui qui se produit lorsqu'on additionne d'alcool une dissolution aqueuse saturée de fluorure de potassium, ou bien lorsqu'on fait évaporer lentement, sous cloche sèche, cette même dissolution aqueuse saturée; on l'obtient encore lorsqu'on fait dissoudre jusqu'à refus le fluorure anhydre dans l'eau, sans éviter l'échauffement de la liqueur, et qu'on laisse refroidir.

Comme l'indique Frémy, cet hydrate ne se dépose que lorsque la température de la dissolution s'abaisse *au-dessous* de $+40°$; cette condition s'explique aisément, car j'ai constaté que l'hydrate à $2H^2O$ fond à $+41°$.

Ainsi qu'il résulte des observations de Frémy et de M. Guntz, il est difficile d'obtenir ces cristaux parfaitement secs, même en les comprimant (à la presse) plusieurs fois dans des feuilles de papier poreux. L'analyse donne habituellement de 2,10 à 2,16 H^2O.

Ces cristaux sont en effet assez déliquescents. Cependant en les laissant pendant plusieurs jours sous une cloche en présence d'acide sulfurique un peu hydraté, j'ai pu obtenir l'hydrate non encore effleuri et ayant pour composition : $KF + 2,03\,H^2O$. La formule $KF + 2H^2O$ ne peut donc faire de doute.

Mais si on les abandonne à l'air libre, ils tombent en déliquescence et la composition du liquide est alors $HF + 4\,H^2O$ à $4,5\,H^2O$.

Ce fait paraît déjà indiquer qu'il tendrait à se produire un autre hydrate, liquide ou surfondu, à $4H^2O$.

Cependant lorsqu'on fait évaporer à froid, sous cloche sèche, dans les conditions ordinaires, soit la dissolution saturée à $3,9H^2O$ (¹), soit ce liquide à $4H^2O$ provenant de la déliquescence de l'hydrate à $2H^2O$, soit encore une dissolution sursaturée obtenue par évaporation à chaud et pouvant contenir seulement $2,27H^2O$, c'est toujours l'hydrate à $2H^2O$, déliquescent et fondant à $+41°$, que l'on obtient.

J'ai alors essayé l'évaporation très rapide sous cloche sèche (en présence de P^2O^5) en faisant le vide. Dans ces conditions, si l'on part d'une dissolution contenant plus de $4H^2O$, c'est encore l'hydrate à $2H^2O$ qui se dépose; avec la dissolution sursaturée à $2,27H^2O$, le résultat est le même, et l'on observe la prise en masse de la liqueur qui forme un bloc de gros cristaux transparents à $2H^2O$ surmonté d'une couche de sel effleuri qui est le sel anhydre. Mais avec une dissolution contenant à peu près 4 à $4,5H^2O$, telle que celle que donne la déliquescence de l'hydrate à $2H^2O$, ou bien avec la dissolution saturée à $3,9H^2O$, les phénomènes qui se produisent sont différents suivant la température de l'expérience.

Au-dessus de $+20°$ on obtient, comme précédemment, l'hydrate à $2H^2O$, déliquescent et fondant à $+41°$.

Au-dessous de $+20°$, il se fait immédiatement une prise en masse comme dans le cas signalé plus haut, avec formation d'un bloc de gros cristaux transparents, surmontés d'une couche de sel effleuri. Mais ici, le sel effleuri est l'hydrate à $2H^2O$, et les gros cristaux sont formés par un nouvel hydrate qui contient exactement $4H^2O$.

L'influence de la température ($\pm 20°$) dans cette expérience s'explique par ce fait que cet hydrate nouveau fond à $+19°,3$.

Il n'est d'ailleurs aucunement déliquescent et peut se conserver sans changement d'aspect et sans augmentation de poids à l'air, même si l'atmosphère est humide.

Mais il est évident qu'il ne peut se maintenir solide que si la température extérieure est inférieure à $+19°,3$. Sinon, il fond et donne un liquide qui a la même composition ($4H^2O$) que les cristaux et que les gouttes provenant de la déliquescence de l'hydrate à $2H^2O$, lesquelles ne sont pas autre chose que l'hydrate à $4H^2O$ surfondu.

(¹) Préparée en dissolvant l'hydrate à $2H^2O$.

Aussi, si l'on vient à toucher l'une de ces gouttes avec une parcelle de l'hydrate solide à $4H^2O$, la solidification complète a lieu en quelques minutes.

Dès lors, pour préparer plus commodément cet hydrate à $4H^2O$, il suffira de partir d'une dissolution à $4H^2O$ (obtenue par un moyen quelconque) et d'y introduire (à la condition d'opérer au-dessous de +19°,3) un petit cristal de l'hydrate solide à $4H^2O$ déjà formé.

C'est sans doute cette condition de température : au-dessous de +19°,3, qui a empêché jusqu'ici d'isoler cet hydrate à $4H^2O$.

Pour compléter l'étude de ces combinaisons, j'en ai déterminé, vers +15°, les chaleurs de dissolution, qui sont les suivantes :

	Cal
KF solide (sel anhydre)	+4,100 [1]
$KF + 2H^2O$ solide	−2,140 [1]
$KF + 4H^2O$ solide	−6,160
$KF + 3,90H^2O$ liquide [2]	+1,060
$KF + 5,76H^2O$ liquide [3]	+0,375

On déduit d'abord de ces nombres :

	Cal
KF solide + $2H^2O$ liq. = KF, $2H^2O$ solide	+6,24
KF solide + $2H^2O$ sol. = KF, $2H^2O$ solide	+3,38

soit, pour H^2O solide, $+1^{Cal},69$.

Le bihydrate devrait donc bouillir à +156° centigrades.

KF, $2H^2O$ sol. + $2H^2O$ liq. = KF, $4H^2O$ sol. :	+4,02
KF, $2H^2O$ sol. + $2H^2O$ sol. = KF, $4H^2O$ sol.	+1,16

soit, pour H^2O solide, $+0^{Cal},58$.

Le tétrahydrate devrait donc bouillir à +119° centigrades.

On peut encore en conclure :

KF, $4H^2O$ sol = KF, $4H^2O$ liq.	$-7^{Cal},22$

---

(1) Ces nombres sont assez différents de ceux publiés par M. Guntz, soit $+3^{Cal},60$ et $-1^{Cal},00$.

(2) C'est la dissolution saturée (à +13°) du bihydrate KF, $2H^2O$, dissolution prélevée en présence de cristaux de bihydrate ; elle a sensiblement la même composition que le tétrahydrate. C'est le tétrahydrate surfondu.

(3) C'est la dissolution saturée (à +13°) du tétrahydrate, recueillie en présence d'un excès de cristaux du tétrahydrate. On remarquera combien sont différentes les compositions de ces deux dissolutions saturées ; la première correspond à 82,76 parties et la seconde à 57 parties seulement du sel anhydre pour 100 parties d'eau.

c'est la chaleur de fusion du tétrahydrate. Si l'on en retranche $4 \times 1,43$ pour les quatre molécules d'eau, il reste $-1^{Cal},5$ pour la fusion de KF. Enfin on pourrait déduire

$$KF, 2H^2O \text{ sol.} + 1,9H^2O \text{ liq.} = \text{dissolution saturée..} \quad -1^{Cal},08$$

tandis que la chaleur de fusion devrait donner $-1,5-2 \times 1,43$, soit $-4^{Cal},36$. La différence s'explique par la formation du tétrahydrate. De même

$$KF, 4H^2O \text{ sol.} + 1,76H^2O \text{ liq.} = \text{dissolution saturée..} \quad -5^{Cal},78$$

au lieu de $-1,5-4 \times 1,43$, soit $-7^{Cal},22$. La différence est ici bien moindre; elle existe pourtant et laisserait supposer l'existence d'un autre hydrate beaucoup moins stable, plus fusible que le tétrahydrate, probablement à $6H^2O$, et qui pourrait se produire vers $0°$.

CORRESPONDANCE.

M. le **Chargé d'affaires d'Italie** transmet les remercîments du Corps du Génie italien et ceux de M. le Capitaine Crocco pour la Médaille d'or de l'Aéronautique que l'Académie a décernée à cet Officier.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *XXIIIe Bulletin* de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. (Présenté par M. Michel Lévy.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certains réseaux conjugués.* Note de M. G. **Tzitzéica**.

1. La méthode que j'ai employée dans deux Notes antérieures permet de distinguer parmi les congruences W une classe particulièrement remarquable, à savoir celle des congruences W qui correspondent à des réseaux conjugués à *invariants égaux* tracés sur la variété quadratique à quatre dimensions Γ de l'espace linéaire à cinq dimensions S_5.

Or, soient (x) un tel réseau, (xyz) et $(xy'z')$ les congruences formées par les génératrices de Γ et dont les développables correspondent aux courbes conjuguées du réseau (x). Alors, d'après un théorème connu de M. Kœnigs, le point x_1, conjugué harmonique de x par rapport aux foyers y et z du rayon xyz, décrit aussi un réseau (x_1) à invariants égaux; on peut continuer ainsi indéfiniment dans le même sens. Évidemment, on a sur Γ

une autre suite indéfinie de réseaux à invariants égaux, en partant de x dans le sens du rayon $xy'z'$.

Si l'on traduit cette propriété, presque intuitive, de l'espace S_5 dans notre espace habituel, on obtient le théorème suivant, qu'on démontrerait difficilement par une autre voie :

Si les tangentes d'un réseau conjugué forment des congruences W, *la même propriété subsiste pour tous les réseaux déduits du premier par l'application successive de la transformation de Laplace.*

2. Les réseaux précédents, dont les tangentes forment des congruences W, et que je désignerai par R, gardent évidemment leur propriété caractéristique après une transformation linéaire quelconque de l'espace et après une transformation duale; un calcul, qui n'est pas très compliqué, montre de plus que ces réseaux sont *isothermes-conjugués*.

J'espère revenir plus tard sur les propriétés générales de ces réseaux R. Je me borne actuellement à indiquer quelques exemples qui ne sont pas dépourvus d'intérêt.

On a tout d'abord les réseaux isothermes-conjugués d'une quadrique. Je profite de cette occasion pour remarquer que ces réseaux sont à invariants égaux et que, réciproquement, tout réseau à invariants égaux d'une quadrique est isotherme-conjugué. J'ajoute encore la propriété suivante : si les développables d'une congruence (MN) découpent sur une quadrique deux réseaux (M) et (N) à invariants égaux, la droite PQ polaire conjuguée de MN par rapport à la même quadrique en fait de même.

Considérons maintenant une surface S applicable sur une quadrique et sur elle le réseau conjugué qu'elle a en commun avec la quadrique : c'est un réseau R.

Il en est de même des réseaux focaux de la congruence formée par les normales d'une surface à courbure totale constante et de la congruence des tangentes doubles d'une surface de Kummer, etc.

3. Mais, parmi les exemples de réseaux R, celui que je veux indiquer maintenant me semble mériter une attention spéciale.

Considérons une transformation linéaire Σ de notre espace, dont les points doubles forment un tétraèdre T, et demandons-nous s'il existe une surface S telle que la droite MM′, qui joint un point quelconque M de S avec le point correspondant M′ de sa transformée S′ par Σ, soit tangente aux deux surfaces S et S′.

T étant pris pour tétraèdre de référence, on trouve pour l'équation de S

$$x_1^\alpha x_2^\beta x_3^\gamma x_4^\delta = \text{const.}, \qquad \alpha+\beta+\gamma+\delta=0,$$

c'est-à-dire une surface W de Klein et Lie.

Géométriquement il est presque évident que les réseaux focaux de la congruence fournie par les droites MM′ sont des réseaux R.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales simples de première espèce attachées à une surface algébrique.* Note de M. **Francesco Severi**, présentée par M. Émile Picard.

On sait, d'après M. Picard, que la construction des intégrales simples de première espèce attachées à une surface algébrique irrégulière f, se ramène à la détermination de trois polynomes, d'un ordre déterminé, satisfaisant à une équation différentielle, qui revient, en dernière analyse, à la condition d'intégrabilité (Picard et Simart, *Théorie des fonctions algébriques*, t. I, p. 119).

Toutefois, pour achever la théorie, il faut déterminer d'une façon géométrique les fonctions rationnelles A, B qui entrent dans une différentielle totale de première espèce, $A\,dx + B\,dy$, attachée à f. En d'autres termes, il s'agit de caractériser les A, B par rapport aux singularités de f, en donnant ainsi l'extension aux différentielles totales algébriques, de la construction classique des différentielles abéliennes de première espèce au moyen des courbes adjointes.

J'arrive à la construction suivante : soit m l'ordre de la surface f douée de singularités ordinaires et d'équation

$$f(x, y, z) = 0. \tag{1}$$

Considérons d'abord une surface adjointe $P = 0$, d'ordre $m - 2$, passant par la droite à l'infini du plan $y = 0$ et par les points de contact des plans $y = \text{const.}$, tangents à f. Une telle surface $P = 0$ doit exister nécessairement dès que f possède des intégrales simples de première espèce. Soit D la courbe d'ordre $m - 3$ coupée ultérieurement par $P = 0$ sur le plan à l'infini. Considérons ensuite une autre surface adjointe d'ordre $m - 2$, $Q = 0$, passant par la droite à l'infini du plan $x = 0$, par les points de contact des plans $x = \text{const.}$ et par la courbe D. Ces conditions déter-

minent la surface Q d'une façon unique et l'expression

$$\frac{P\,dx + Q\,dy}{f'_z}$$

est une différentielle totale de première espèce attachée à f. En variant le polynôme P sous les conditions posées, on obtient ainsi toutes les différentielles de première espèce.

La démonstration s'appuie sur le théorème suivant : *La condition pour qu'une intégrale abélienne de première ou de deuxième espèce*

$$(2) \qquad \int A(x, y, z)\,dx,$$

déterminée rationnellement sur la courbe irréductible (1), *où y est envisagé comme un paramètre, ait les périodes indépendantes de y, c'est que l'intégrale ne devient jamais de troisième espèce pour des valeurs particulières du paramètre.*

Je vais exposer ici brièvement la démonstration de ce théorème.

Soit R_y la surface de Riemann de genre p, qui représente la fonction z de x, définie par l'équation (1), lorsque y est envisagé comme un paramètre. On sait que tout cycle de R_y peut s'exprimer au moyen d'une combinaison à coefficients entiers de $2p$ cycles distincts, parmi lesquels r cycles invariants, dont chacun revient en lui-même par toute circulation de y, $2p-r$ autres cycles, dont chacun, σ, peut se réduire à un point simple de la surface f par une variation convenable de y et par suite de R_y (Picard et Simart, t. II, p. 332, 397).

Cela rappelé, supposons que l'intégrale (2) demeure de deuxième (ou de première) espèce quel que soit y et que la courbe $A = \infty$ ne renferme aucune des sections $y = \text{const.}$ Soit (a, b, c) le point de f (point de contact d'un plan $y = b$ tangent à f) auquel se réduit le cycle σ lorsque y aboutit à b. Comme l'intégrale (2), quel que soit y, n'a pas de périodes polaires sur la surface R_y, on aura tout d'abord $\omega(b) = 0$, $\omega(y)$ étant la période de (2) le long de σ. Mais je dis qu'on a aussi

$$\omega'(b) = \omega''(b) = \ldots = 0,$$

de sorte que $\omega(y)$ étant une fonction holomorphe dans le domaine de b, *résulte identiquement nulle.*

Pour ce but il suffit de remarquer que les intégrales

$$(3) \qquad \int \frac{dA}{dy}\,dx, \quad \int \frac{d^2A}{dy^2}\,dx, \quad \ldots,$$

les dérivées $\frac{dA}{dy}, \frac{d^2A}{dy^2}, \cdots$ étant calculées en tenant compte que z est fonction de y, demeurent elles-mêmes de deuxième espèce quel que soit y. Il s'ensuit que les périodes $\omega'(y)$, $\omega''(y), \ldots$ des intégrales (3) le long du cycle σ, aboutissent à zéro pour $y = b$.

Cette conclusion étant valable pour tout cycle du type σ, on en tire que l'intégrale (2) ne peut avoir de périodes différentes de zéro qu'aux cycles invariants, et comme ces périodes sont des fonctions uniformes et partout finies de y, on en conclut qu'elles sont des constantes. C. Q. F. D.

Une conséquence remarquable, au point de vue invariantif, est la suivante :

Soit $|C|$ *un faisceau linéaire irréductible de courbes tracées sur une surface d'irrégularité* $q = p_g - p_a$, *et soit* $|C'|$ *le système adjoint à* $|C|$. *Les courbes indépendantes* $C + C'$ *qui passent par les points base et par les points doubles isolés des courbes du faisceau, sont justement au nombre de* q.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination de certains mouvements discontinus des fluides.* Note ([1]) de M. **Henri Villat**, présentée par M. Émile Picard.

Je me propose d'indiquer la détermination complète d'un certain nombre de mouvements permanents discontinus d'un fluide plan irrotationnel (de densité 1), en présence d'un ou de deux obstacles donnés. Ces obstacles pourront faire naître, outre un sillage à l'arrière, des plages de fluide mort sur leur partie antérieure, si leur profil présente quelque « creux » où le fluide qui s'y trouve ne participe pas au mouvement général.

Voici d'abord les énoncés des problèmes que j'ai en vue :

I. Mouvement d'un fluide indéfini renfermant *deux* solides donnés, avec deux sillages distincts à leur arrière.

II. Mouvement d'un jet fluide s'écoulant d'un vase de forme donnée, et rencontrant un obstacle autour duquel il se divise.

III. Un fluide indéfini rencontre un obstacle symétrique présentant deux creux, et se divise autour de l'obstacle.

IV. Un fluide dans un canal rencontre un solide symétrique présentant deux creux.

V. Un jet fluide (limité par du fluide mort) symétrique rencontre un solide symétrique présentant deux creux.

([1]) Présentée dans la séance du 3 avril 1911.

VI. Un fluide indéfini rencontre un obstacle quelconque présentant un creux.

VII. Un jet fluide, limité d'un côté par du fluide en repos, rencontre un obstacle présentant un creux.

VIII. Un jet fluide, limité des deux côtés par du fluide au repos, rencontre un obstacle présentant un creux.

IX. Un jet fluide, limité d'un côté par une paroi fixe indéfinie et de l'autre par du fluide en repos, rencontre un obstacle donné.

Voici la méthode employée (cf. mes Notes des 21 novembre 1910, 6 février 1911). Appelons ($\mathcal{A}$) le domaine occupé par le fluide en mouvement dans le plan $z = x + iy$ (par la moitié seulement de ce fluide dans les cas III, IV, V). Au domaine ($\mathcal{A}$) correspond un domaine ($\mathcal{B}$) dans le plan $f = \varphi + i\psi$. Je fais alors la représentation conforme de l'aire ($\mathcal{B}$) sur une demi-couronne circulaire d'un plan ζ (les rayons extrêmes étant 1 et $q < 1$) de manière que toutes les parois solides aient leur représentation sur les bords circulaires de la demi-couronne. On doit, à cet effet, utiliser des transformations prises parmi les suivantes, où t et s sont des variables auxiliaires :

(1) $$f = -At - B\log(t-b) + C,$$

(2) $$f = At^2 + A_1 t - B\log(t-a) + C,$$

(3) $$f = -A\log(t-a) - B\log(t-b) + C;$$

(4) $$t = t_0 + \frac{1}{2}\frac{\wp' s - \wp' s_0}{\wp s - \wp s_0},$$

(5) $$t = \frac{b}{3} + \wp\left(\frac{\omega}{i\pi}\log\zeta + \omega'\right);$$

(6) $$s = \frac{\omega'}{i\pi}\log\zeta - \frac{s_0}{2} + \omega,$$

(7) $$s = -\frac{\omega}{i\pi}\log\zeta - \frac{s_0}{2} + \omega + \omega'.$$

	Valeurs à utiliser.	Valeurs de q.
Problème I.......	(2), (4), (6)	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» II......	(3), (4), (7)	$e^{-\frac{\pi\omega'}{i\omega}}$
» III.....	$f = A + \wp\left(\frac{\omega'}{i\pi}\log\zeta\right)$	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» IV......	$f = A\log\left[a + \wp\left(\frac{\omega'}{i\pi}\log\zeta\right)\right]$	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» V......	$f = A\log t$; (4), (6)	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» VI......	$f = (\alpha t + \beta)^2$, (4), (6)	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$

	Valeurs à utiliser.	Valeurs de q.
Problème VII.....	(1), (4), (6)	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» VIII....	(3), (4), (6)	$e^{-\frac{i\pi\omega}{\omega'}}$
» IX......	(3), (5)	$e^{-\frac{\pi\omega'}{i\omega}}$

Maintenant, en posant

$$\omega = u - iv = e^{-i\Omega} = \frac{df}{dz},$$

on peut considérer Ω comme une fonction de ζ régulière dans la demi-couronne ci-dessus, prolongeable analytiquement dans l'autre moitié de la couronne entière.

On peut alors écrire *l'intégrale générale* de chaque problème. Désignons en effet par $\Phi(\theta)$ et $\Psi(\theta)$ les valeurs de l'inclinaison Θ en un point de chaque paroi solide, correspondant à un point d'argument θ sur une frontière circulaire de la couronne. Il suffit de se reporter à la formule (3) de ma Note du 13 mars 1911, pour en conclure pour $\Omega(\zeta)$ l'expression

$$\Omega(\zeta) = \frac{i\omega_1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\Phi(\theta)\,\frac{\sigma'\left(\dfrac{\omega_1}{i\pi}\log\zeta - \dfrac{\omega_1}{\pi}\theta\,\middle|\,\omega_1, \omega'_1\right)}{\sigma\left(\dfrac{\omega_1}{i\pi}\log\zeta - \dfrac{\omega_1}{\pi}\theta\,\middle|\,\omega_1, \omega'_1\right)}\,d\theta$$

$$- \frac{i\omega_1}{\pi^2}\int_0^{2\pi}\Psi(\theta)\,\frac{\sigma'_3\left(\dfrac{\omega_1}{i\pi}\log\zeta - \dfrac{\omega_1}{\pi}\theta\,\middle|\,\omega_1, \omega'_1\right)}{\sigma_3\left(\dfrac{\omega_1}{i\pi}\log\zeta - \dfrac{\omega_1}{\pi}\theta\,\middle|\,\omega_1, \omega'_1\right)}\,d\theta,$$

avec d'ailleurs

$$\Phi(2\pi - \theta) = \Phi(\theta), \qquad \Psi(2\pi - \theta) = \Psi(\theta).$$

Les périodes $2\omega_1$, $2\omega'_1$ doivent être liées à q par la formule $q = e^{-\frac{\pi\omega'_1}{i\omega_1}}$, ce qui permet de prendre $\omega_1 = \omega$, $\omega'_1 = \omega'$, pour les problèmes II et IX, et $\omega_1 = \frac{\omega'}{i}$, $\omega'_1 = i\omega$, pour tous les autres.

On peut choisir la fonction $\Phi(\theta)$ et $\Psi(\theta)$, *qui sont les arbitraires de la question*, de manière que chaque paroi solide ait une forme donnée à l'avance. D'où autant d'exemples qu'on veut, où toutes les intégrations s'effectuent jusqu'au bout. Observons encore que $\Phi(\theta)$ et $\Psi(\theta)$ ne sont pas absolument quelconques, mais doivent vérifier la condition

$$\int_0^{\pi}\Phi(\theta)\,d\theta = \int_0^{\pi}\Psi(\theta)\,d\theta,$$

qui résulte de la formule (4) de ma Note du 13 mars, et qu'on peut d'ailleurs démontrer directement.

Tous les éléments du mouvement se déterminent dans chaque problème, et tout se ramène tout au plus à des quadratures. Le détail des calculs sera exposé ailleurs. Signalons cependant que la composante de la résistance de l'obstacle parallèlement au courant général (en amont) prend dans chaque cas des expressions notables.

ÉLASTICITÉ. — *Sur le mécanisme de la déformation permanente dans les métaux soumis à l'extension.* Note de M. **L. Hartmann**, présentée par M. L. Lecornu.

J'ai indiqué, dans une Note précédente, que les expériences actuellement en cours sur les phénomènes qui accompagnent la déformation permanente des métaux soumis à des efforts d'extension ont permis de mettre en évidence que le mouvement moléculaire s'opère, dès que la limite élastique est dépassée, suivant des orientations faisant un angle α avec l'axe de la barrette.

La constatation de ce fait exige des procédés spéciaux avec les métaux recuits, dont la surface se recouvre le plus généralement d'une granulation uniforme, dans laquelle l'œil ne parvient pas à distinguer les orientations dont il s'agit. L'un de ces procédés, applicable dans presque tous les cas, consiste à repolir avec soin l'une des faces de la barrette; on constitue ainsi un nouveau tableau, sur lequel il devient aisé de discerner les directions suivant lesquelles la matière se déforme, sous l'influence d'un accroissement de la charge à laquelle on s'est arrêté.

Par exemple, un laiton recuit, ayant la composition 67 Cu, 33 Zn, donne les résultats ci-après, quand il est expérimenté sous la forme de barrettes de $\frac{5}{10}$ de millimètre d'épaisseur et de 20^{mm} de largeur. Tout d'abord la limite élastique, qui correspond à la charge totale de 90^{kg}, est décelée par des dépressions élémentaires réparties suivant des tracés sinueux, qui ne s'écartent que peu de deux directions faisant l'angle α avec l'axe. Ces sortes d'alignements, devenus jointifs, cessent d'être perceptibles quand l'effort atteint 160^{kg} et la surface n'offre plus, à partir de ce moment, qu'un aspect granuleux, de plus en plus accusé à mesure que l'effort croît. Si alors on fait disparaître toute trace des déformations antérieures par un polissage aussi poussé que possible, effectué sur place, un accroissement de l'effort

égal à quelques kilogrammes seulement donne naissance, sur la surface ainsi préparée, à des réseaux très nets, d'une grande régularité. Une nouvelle ascension de la charge jusqu'à 220^{kg} a pour effet de resserrer ces réseaux, au point de les rendre indistincts; un second polissage, suivi d'une légère augmentation de l'extension fait ensuite apparaître d'autres réseaux, qui redeviennent, à leur tour, de plus en plus confus, quand la charge monte. Le même phénomène peut être répété aussi souvent qu'on le veut, sans qu'il perde de sa netteté, jusqu'à la formation de la striction générale.

Ce procédé est également avantageux avec les métaux qui n'ont subi qu'un écrouissage modéré, et dont par suite la limite élastique est assez éloignée de la charge de rupture. Il arrive en effet pour ces métaux, que la superposition des déformations obliques des deux systèmes conjugués altère peu à peu la régularité de leur distribution, et, après un certain allongement, il est pour ainsi dire impossible de suivre, au milieu des dénivellations multiples de la surface, la progression du mouvement moléculaire. L'observation devient au contraire très aisée quand on isole les déformations afférentes à chaque accroissement de l'effort.

J'ajouterai que le polissage limité à l'une des faces de la barrette a pour conséquence un cintrage transversal du métal, la face non polie, primitivement plane, prenant, après cette opération, une concavité accentuée, dont la flèche dépasse 1^{mm} dans les lames de laiton ci-dessus visées. On doit en conclure que le mouvement moléculaire n'a pas la même valeur dans toute l'épaisseur du métal, et que, maximum à la surface, il décroît jusqu'à l'axe. Dans ces conditions, si l'on considère une section droite, la matière qui la constitue subit une tension plus grande suivant le pourtour que dans la région centrale. Quand, dès lors, on vient à enlever en partie le métal de l'une des faces, par polissage, la face opposée subit une contraction élastique, qui, combinée avec la dilatation des éléments voisins de l'axe, lui donne une forme d'autant plus concave que la quantité de métal disparu est plus considérable.

D'autres procédés permettent également de se rendre compte de l'orientation du mouvement moléculaire dans les métaux recuits. On peut, en particulier, faire naître systématiquement des strictions obliques dans des régions déterminées à l'avance, en modifiant l'état de la surface ou des bords, au moyen de trous ou d'encoches.

Notamment, une barrette de 20^{mm} de largeur, munie d'encoches distantes de 20^{mm}, et disposées sur les deux bords, en regard les unes des autres, de manière quelles forment des carrés, est affectée de strictions obliques partant des encoches et faisant l'angle α avec la direction de la lame, à l'exclusion de toute autre striction; un fait à

noter est qu'il ne s'en forme ni entre les encoches normalement opposées, comme on devrait cependant s'y attendre, étant donnée la réduction de section de la barrette suivant cette direction, ni entre celles qui sont aux extrémités des diagonales d'un même carré.

De leur côté, des encoches pratiquées en forme de crémaillère le long des deux bords donnent naissance à des strictions obliques régulières des deux systèmes qui se traversent mutuellement sans influer les unes sur les autres, en dessinant ainsi sur les faces des losanges dont la grande diagonale est dirigée tranversalement.

Un trou circulaire de 1^{mm} au plus de diamètre, ménagé au centre de la barrette, est l'origine d'une croix dont les bras, inclinés de l'angle α sur l'axe, rejoignent progressivement les bords de la lame, à mesure que la charge augmente.

Ces effets sont susceptibles d'être obtenus au cours même de l'essai ; en limant le métal sur les bords, on est à même soit d'accentuer les strictions qui sont en retard sur les autres, de manière à produire une répartition uniforme des déformations sur toute la longueur de la barrette, soit de provoquer le développement exclusif de certaines d'entre elles.

Enfin on peut aussi déterminer la formation de strictions obliques à partir de points quelconques des bords de la barrette, en exerçant sur ces points des pressions de valeur convenable, au moyen de serre-joints prenant appui sur les deux tranches, normalement à l'axe.

SPECTROSCOPIE. — *Sur quelques phénomènes spectraux qui accompagnent le soufflage de l'étincelle par un champ magnétique.* Note de M. **G.-A. Hemsalech.**

Dans une Note antérieure ([1]) j'ai établi l'existence de trois phénomènes spectraux que l'on observe quand une étincelle électrique éclate dans un champ magnétique et j'ai donné les indications nécessaires pour l'observation de deux de ces effets. Je complète aujourd'hui cette étude préliminaire par quelques remarques sur le troisième phénomène que j'ai appelé *l'effet transversal.*

Deux électrodes de calcium métallique sont installées dans l'entrefer d'un électro-aimant, de telle sorte que l'étincelle éclate perpendiculairement aux lignes de force. L'étincelle, dont la longueur est d'environ 5^{mm}, est produite par la décharge d'un condensateur de 0,04 microfarad, à

([1]) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 938.

travers une self-induction de 0,012 à 0,05 henry, dont le noyau est formé par un cylindre en tôle de fer. De cette manière, l'étincelle n'est constituée que d'une oscillation unique, riche en vapeur métallique.

Sans le champ magnétique l'étincelle a l'aspect habituel et son spectre donne exclusivement les raies du calcium. Lorsqu'on établit le champ l'étincelle est, comme l'on sait, déviée de sa position originale et avec des champs suffisamment forts (de 4 à 6000 C. G. S.) elle est violemment projetée perpendiculairement aux lignes de force et forme une gerbe de vapeur lumineuse de plusieurs centimètres de hauteur. Le spectre de ce phénomène se compose de raies du calcium et des bandes négatives de l'azote [1], ce qui indique que le courant électrique est maintenant transporté en partie par les ions de l'azote. En formant une image de cette gerbe sur la fente d'un spectrographe on peut étudier la hauteur jusqu'à laquelle les différentes raies sont émises. J'ai pu constater ainsi que les raies H et K atteignent sensiblement la même hauteur que la raie bleue λ 4227. On sait [2] que lorsqu'on souffle l'étincelle à l'aide de la méthode du courant d'air, la raie bleue est bien plus longue que H et K. De même, les raies d'étincelle 3706 et 3737 accusent dans le champ magnétique une hauteur égale à celle de la raie d'arc 4283, tandis que, avec le courant d'air, cette dernière avait presque le double de la longueur de la raie 3706. Ce sont donc surtout les raies d'étincelle ou « enhanced lines » qui sont sensibles aux modifications de la décharge apportées par le champ magnétique.

Les phénomènes que je viens de signaler deviennent particulièrement intéressants lorsque l'étincelle éclate dans une atmosphère d'hydrogène (il est nécessaire dans ce cas de placer une deuxième étincelle dans l'air en série avec celle dans l'hydrogène). Avec le champ magnétique la décharge s'étend en une vaste nappe d'hydrogène lumineuse, assez mince, de couleur rougeâtre et orientée dans un plan perpendiculaire aux lignes de force comme le disque lumineux donné par l'arc à haute tension. Le bord extérieur de cette nappe est irrégulier quoique nettement délimité. Sa surface présente de nombreuses structures; souvent on y aperçoit des décharges ramifiées se dirigeant vers les bords. Au bord supérieur surgissent des éruptions lumineuses de formes très variées : ce sont les projections de la vapeur du calcium.

Le Tableau suivant donne les intensités relatives des raies de l'hydrogène et du calcium ainsi que leurs hauteurs à partir des électrodes. Les observations ont été faites parallèlement aux lignes de force.

---

(1) L'apparition de ces bandes dans une étincelle soufflée par le champ magnétique a déjà été observée par H.-E. Schæffer (*Astroph. Journ.*, t. XXVIII, 1908, p. 134).

(2) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 220.

Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Hauteurs en millimètres.
6563 Hα	10	21,4
4861 Hβ	4	20,0
4341 Hγ	2	18,8
4227 Ca*g*	1	16,3
4102 Hδ	0	16,3
3969 CaH	12	22,6
3934 CaK	15	23,7

On voit que la raie bleue du calcium est faible, tandis que les raies H et K sont prédominantes et atteignent une altitude plus élevée même que les raies de l'hydrogène. Au voisinage des électrodes, on aperçoit également les autres raies du calcium et l'on peut constater que les raies d'étincelle 3706 et 3737 sont maintenant plus hautes que les fortes raies d'arc 4283 et 4455.

Dans l'oxygène, avec un champ de 6000 C. G. S., la raie bleue atteint presque le même niveau que H et K. Avec un champ de seulement 800 C. G. S., elle devient plus forte et plus longue que H et K. On sait que l'étincelle est beaucoup plus riche en vapeur métallique dans l'oxygène que dans l'hydrogène, et il n'est pas impossible que la densité de la vapeur joue un rôle dans ces modifications des raies spectrales tout comme dans les expériences bien connues de Sir William et Lady Huggins. Mais dans l'explication de ces faits, on doit certainement aussi tenir compte des actions que pourrait exercer la nappe d'hydrogène lumineuse qui est le siège de phénomènes électriques.

Il n'est peut-être pas sans intérêt d'attirer l'attention sur une influence possible des champs magnétiques solaires sur les mouvements des gaz dans leur voisinage. Supposons que de l'hydrogène, dont les atomes portent des charges électriques, se déplace parallèlement à la surface du Soleil et vienne traverser les lignes de force émanant d'une tache. Il serait alors possible que ce courant d'hydrogène éprouve une déviation violente entraînant de la vapeur du calcium qui abonde dans l'atmosphère solaire. Si le gaz est projeté en haut, il pourrait même donner lieu à une éruption dans laquelle la vapeur du calcium serait projetée, tout comme dans l'expérience du laboratoire, à un niveau plus élevé que l'hydrogène. Il est évident qu'une telle éruption ne pourrait pas se produire au-dessus du noyau d'une tache, où les lignes de force sont perpendiculaires à la surface, mais toujours dans son voisinage.

En résumé, le soufflage de l'étincelle par un champ magnétique entraîne

des modifications notables dans le spectre de la vapeur métallique. Le spectre du calcium que j'ai obtenu ainsi dans l'hydrogène se rapproche de celui qu'on observe dans les couches supérieures de la chromosphère du Soleil.

PHYSIQUE. — *Expériences sur la vitesse de la lumière dans les milieux réfringents.* Note [1] de M. **Gutton**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note précédente [2], j'ai décrit une méthode de comparaison des vitesses de propagation des ondes hertziennes et de la lumière dans l'air. Le même appareil m'a permis aussi de mesurer le rapport des vitesses de la lumière dans l'air et dans un liquide.

La distance des deux condensateurs immergés dans le sulfure de carbone étant de $1^{m},18$, on règle, comme je l'ai expliqué, la longueur de la ligne qui aboutit à l'un d'entre eux, de façon à éteindre la lumière qui sort du nicol analyseur. On place ensuite entre les deux condensateurs, un tube de longueur l rempli d'un liquide. Soient V et W les vitesses de la lumière dans l'air et dans le liquide. La durée du trajet et de la lumière entre les deux condensateurs est augmentée d'un intervalle de temps $l\left(\frac{1}{W}-\frac{1}{V}\right)$ et l'analyseur n'éteint plus la lumière. En allongeant la ligne qui amène les ondes hertziennes au second condensateur, jusqu'à retarder celles-ci d'un intervalle de temps égal, on rétablit l'extinction. D'après les expériences déjà décrites, la vitesse des ondes électriques est tellement voisine de celle de la lumière dans l'air, qu'il est inutile ici de tenir compte de leur faible différence; l' étant donc l'allongement de la ligne qui rétablit l'extinction,

$$\frac{l'}{V}=l\left(\frac{1}{W}-\frac{1}{V}\right);$$

d'où

$$\frac{V}{W}=1+\frac{l'}{l}.$$

Le liquide en expérience remplissait un tube de laiton de 1^{m} de longueur et de 3^{cm} de diamètre. Les deux extrémités étaient fermées par des plaques de laiton, percées d'une ouverture circulaire ayant seulement $0^{cm},4$ de diamètre et bouchée par une

(1) Présentée dans la séance du 10 avril 1911.

(2) Gutton, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 685.

lame de verre mince. Le faisceau qui passe dans la région centrale du tube peut ainsi seul sortir et la lumière réfléchie par les parois est éliminée.

La source de lumière était une lampe Nernst (1 ampère, 220 volts). A l'aide d'un prisme et d'une lentille, on projetait un spectre sur un écran de papier noir collé contre la lame qui ferme l'entrée du tube de verre contenant le premier condensateur. Une fente percée dans ce papier laissait passer, entre les armatures, un faisceau étroit de lumière, dont on pouvait faire varier la couleur en tournant le prisme.

Après chaque expérience, on rendait les nicols parallèles et l'on recevait la lumière à sa sortie de l'appareil dans un spectroscope, afin de mesurer la longueur d'onde moyenne du faisceau.

Les expériences ont donné pour le rapport $\frac{V}{W}$ des vitesses de la lumière dans l'air et dans l'eau : 1,32 pour le jaune ; 1,36 pour le bleu ; ces valeurs sont très voisines des indices de réfraction.

Des expériences sur des liquides doués d'une grande dispersion ont donné des résultats qui s'écartent des précédents.

Les mesures ont été faites, pour la naphtaline monobromée, dans une étendue restreinte du spectre, car, à cause de la légère coloration jaune du liquide, les expériences n'étaient possibles que dans l'orange, le jaune et le vert.

Fig. 1.

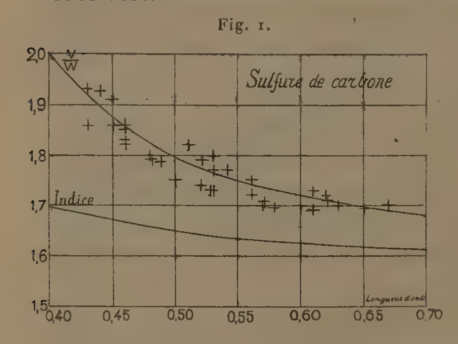
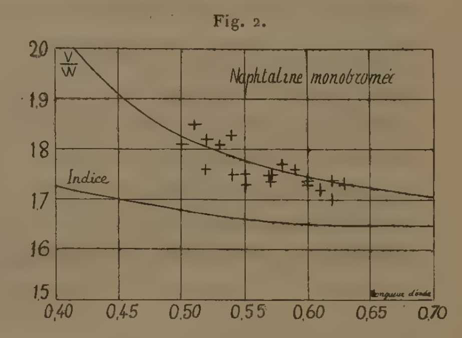


Fig. 2.



Sur les figures, relatives l'une au sulfure de carbone, l'autre à la naphtaline monobromée, les croix représentent les points obtenus en portant en abscisses les longueurs d'onde et en ordonnées le rapport $\frac{V}{W}$. La courbe inférieure représente les valeurs de l'indice de réfraction. $\frac{W}{V}$ est notablement supérieur à l'indice et la figure relative au sulfure de carbone montre que la différence entre les valeurs qui correspondent au rouge et au bleu est beaucoup plus grande que la différence des indices.

Ces résultats sont d'accord avec la théorie développée par M. Gouy (¹) dans ses importants Mémoires sur la propagation de la lumière dans les milieux doués de dispersion. Il y montre que des modifications produites sur le trajet des ondes lumineuses se transportent avec une vitesse W plus faible que celle que l'on déduit de l'indice de réfraction. Cette dernière est la vitesse de propagation des ondes elles-mêmes. Entre le rapport $\frac{V}{W}$, l'indice moyen et la longueur d'onde moyenne du faisceau existe la relation

$$\frac{V}{W} = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}.$$

Dans la méthode que j'ai décrite ci-dessus, c'est la vitesse W avec laquelle se transportent des modifications de l'état de polarisation des ondes lumineuses qui intervient.

Les courbes, qui représentent les valeurs de $\frac{V}{W}$, calculées d'après la formule de M. Gouy, ont été représentées sur les figures. On voit que les points trouvés par les expériences se rapprochent beaucoup de cette dernière courbe, tandis qu'ils sont éloignés de la courbe des indices de réfraction.

Pour l'eau, à cause de la faible dispersion, le terme $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$ est très petit, et l'expérience donne bien pour le rapport $\frac{V}{W}$ une valeur voisine de l'indice.

Jusqu'ici, toutes les mesures de la vitesse de la lumière dans un liquide avaient été faites par la méthode du miroir tournant. La théorie que je viens de rappeler ne s'y applique pas, mais M. Gouy (²) a démontré qu'à cause de l'effet Doppler-Fizeau, elle mesurait aussi la vitesse W donnée par la formule précédente. Les expériences de M. Michelson (³) et de M. Gouy (⁴) sur le sulfure de carbone ont vérifié ce fait.

(¹) Gouy, *Comptes rendus*, t. 91, 1880, p. 877. — *Journal de Liouville*, 3ᵉ série, t. VIII, 1882, p. 335. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVI, 1889, p. 262.

(²) Gouy, *Comptes rendus*, t. 101, 1885, p. 502.

(³) Michelson, *Astron. papers for the Amer. Ephemeris*, 1885, p. 235.

(⁴) Gouy, *Comptes rendus*, t. 103, 1886, p. 244.

PHYSIQUE. — *Intensité et qualité des rayons X diffusés par les lames d'aluminium d'épaisseur variée (rayons secondaires).* Note [1] de M. **Guilleminot**, présentée par M. P. Villard.

Si nous admettons que tous les faisceaux simples qui composent un rayonnement X aient, dans la formule que j'ai établie [2],

$$\Sigma RS = \varepsilon I_0 \frac{1 - K^{2l}}{2}, \tag{I}$$

le même coefficient ε de rendement en rayons secondaires, ce qui est probable d'après les expériences que j'ai relatées [3], il est très facile de déterminer l'intensité et la qualité des rayons secondaires émis dans la direction considérée (du côté de la face d'incidence et dans le voisinage de la normale) par des lames d'aluminium d'épaisseur croissante. Une expérimentation simple permet de contrôler les résultats.

A. *Détermination de l'intensité.* — Comme je l'ai déjà dit [4], on peut toujours ramener approximativement un faisceau X quelconque à la somme d'un certain nombre de composantes monochromatiques de même intensité initiale I_0, et convenablement choisies dans le spectre, de telle sorte que la courbe de pénétration du faisceau complexe soit la moyenne entre les courbes exponentielles des composantes. Exprimons arbitrairement la courbe d'un faisceau X complexe en fonction de 10 exponentielles de coefficients de pénétration $K_{\mathrm{I}}, K_{\mathrm{II}}, K_{\mathrm{III}}, \ldots, K_{\mathrm{X}}$. La somme des RS émergeant, dans la direction considérée, d'une lame d'aluminium d'épaisseur l irradiée par ce faisceau, sera donnée par la formule

$$\Sigma RS = \frac{1}{10} \varepsilon I_0 \left(\frac{1 - K_{\mathrm{I}}^{2l}}{2} + \frac{1 - K_{\mathrm{II}}^{2l}}{2} + \frac{1 - K_{\mathrm{III}}^{2l}}{2} + \ldots + \frac{1 - K_{\mathrm{X}}^{2l}}{2} \right)$$

ou

$$\Sigma RS = \varepsilon I_0 \frac{1 - \dfrac{K_{\mathrm{I}}^{2l} + K_{\mathrm{II}}^{2l} + K_{\mathrm{III}}^{2l} + \ldots + K_{\mathrm{X}}^{2l}}{10}}{2}.$$

Mais la fraction $\dfrac{K_{\mathrm{I}}^{2l} + K_{\mathrm{II}}^{2l} + K_{\mathrm{III}}^{2l} \ldots, + K_{\mathrm{X}}^{2l}}{10}$ est précisément la fraction

(1) Présentée dans la séance du 18 avril 1911.

(2) *Comptes rendus*, 6 mars 1911.

(3) *Comptes rendus*, 20 mars 1911.

(4) *Radiométrie fluoroscopique.* Paris, Steinheil; 1910.

transmise par le faisceau X primaire à travers une lame d'aluminium d'épaisseur $2l$ double de celle de la lame diffusante, de sorte que, quel que soit le nombre des composantes arbitrairement choisi, et même quand on arrive au spectre continu, on peut écrire, en appelant φ_{2l} la fraction du faisceau X incident, transmise par cette lame d'épaisseur $2l$,

$$\Sigma \mathrm{RS} = \Sigma \mathrm{I}_0 \frac{1-\varphi_{2l}}{2},$$

formule dans laquelle I_0 est l'intensité globale du faisceau X primaire. La vérification expérimentale devient ainsi très simple.

Le Tableau suivant indique les résultats obtenus avec le faisceau n° 7 par chacune des deux méthodes fluoroscopique et radiographique. Les valeurs relatives de la fraction $\frac{1-\varphi_{2l}}{2}$, et les nombres obtenus expérimentalement, sont rendus comparables par pourcentage.

Épaisseur des lames diffusantes.	Résultats calculés $\left(\frac{1-\varphi_{2l}}{2}\right)$.	Résultats expérimentaux : Radioscopiques. (Intensité trouvée multipliée par 15,9.)	Radiographiques. (Intensité trouvée multipliée par 2,4.)
mm 0,1	0,046	»	0,074 (?)
0,5	0,175	»	0,168
1	0,265	0,254	0,251 à 0,300
2	0,353	0,318	0,300 à 0,348
3	0,396	0,366	0,348 à 0,396
4	0,424	0,413	» »
5	0,443	0,461	0,398 à 0,500
8	0,474	0,485	0,500 faible
30 et au-dessus	lim. 0,500	0,500	0,500

Un écart assez considérable est à noter pour la lame diffusante de $0^{mm},1$. Il peut s'expliquer : 1° par l'action des RS de l'air qui traversent en retour cette lame ; 2° par l'accroissement du pouvoir radiographique comparé au pouvoir fluoroscopique quand on descend vers les rayons peu pénétrants.

B. *Détermination de la qualité.* — Si l'on considère un faisceau X ou S monochromatique de coefficient K et qu'on le filtre par 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm}, ... d'aluminium, l'intensité du faisceau transmis est égale à l'intensité initiale multipliée par K, K^2, K^3, ... En particulier si l'on considère, à une distance donnée de la lame diffusante, un faisceau S monochromatique

d'intensité $\Sigma RS = z I_0 \frac{1 - K^{2l}}{2}$, et qu'on interpose sur son trajet des filtres de 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm}, ..., l'intensité transmise sera :

Derrière le filtre de 1^{mm}....... $\Sigma RS_I = z I_0 \frac{K - K^{1+2l}}{2}$

Derrière le filtre de 2^{mm}....... $\Sigma RS_{II} = z I_0 \frac{K^2 - K^{2+2l}}{2}$

....

Si au lieu d'un faisceau monochromatique on prend un faisceau ordinaire il est facile de voir, en répétant le raisonnement ci-dessus et en appelant φ_{2l}, φ_1, φ_{1+2l}, ... les fractions du rayonnement X primaire transmise par des lames d'épaisseur $2l$, 1^{mm}, $2l+1$, ..., que les intensités des RS transmises par l'analyseur seront respectivement :

Orifice sans filtre .... $\Sigma RS = z I_0 \frac{1 - \varphi_{2l}}{2}$

Filtre de 1^{mm}.................. $\Sigma RS = z I_0 \frac{\varphi_1 - \varphi_{1+2l}}{2}$

Filtre de 2^{mm}.................. $\Sigma RS = z I_0 \frac{\varphi_2 - \varphi_{2+2l}}{2}$

....

Le Tableau suivant permet de comparer les résultats théoriques avec les résultats expérimentaux. Il a été établi en ramenant à 1 l'intensité du faisceau S mesuré sans filtre, et en pourcentant les intensités derrière les filtres.

Épaisseur de la lame diffusante.........		$0^{mm},5$.	1^{mm}.	2^{mm}.	5^{mm}.	8^{mm}.	30^{mm} et plus.
Résultats calculés.	Filtre 0.....	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	» 1.....	0,518	0,540	0,575	0,621	0,638	0,650
	» 2.....	0,302	0,330	0,372	0,431	0,453	0,469
	» 3.....	0,198	0,225	0,265	0,324	0,346	0,363
Résultats radioscopiques.	Filtre 0.....	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	»
	» 1.....	0,49	0,49	0,60	0,59	0,64	»
	» 2.....	0,36	0,35	0,42	0,41	0,47	»
	» 3.....	0,22	0,24	0,31	0,31	0,36	»
Résultats fluoroscopiques.	Filtre 0.....	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	» 1.....	0,55	0,55	0,56	0,59	0,65	0,68
	» 2.....	0,36	0,38	0,38	0,45	0,45	0,48
	» 3.....	0,23	0,23	0,29	0,36	0,33	0,33

En faisant la part des erreurs de mesure on voit que les nombres expéri-

mentaux sont assez voisins des nombres théoriques. On remarquera que la courbe de transmission des RS émis par des lames de plus en plus épaisses tend vers une limite qui est précisément la courbe du faisceau X primaire. Ce faisceau a en effet pour cotes à 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm} les fractions 0,65, 0,469, 0,363. Il suffit de voir la formule ci-dessus pour se rendre compte de ce fait.

Je l'ai contrôlé en radiographiant par 3 heures de pose un radiochromètre irradié par un faisceau S émis par une zone *très réduite* d'une planche d'aluminium afin d'éviter l'irradiation oblique des secteurs en tous sens. Le numéro m'a paru être le même que celui du faisceau X primaire.

Conclusion. — Des expériences relatées dans cette Note et dans les deux précédentes, je crois pouvoir conclure que les RS non déviables de l'aluminium sont constitués par les rayons X primaires diffusés et non par une radiation nouvelle, et que la formule de transmission du faisceau primaire leur est applicable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Courbes de fusibilité des mélanges gazeux, combinaisons de l'acide chlorhydrique et de l'anhydride sulfureux avec l'alcool méthylique.* Note de MM. **Georges Baume** et **Georges Pamfil**, présentée par M. G. Lemoine.

I. On connaît l'intérêt que présente la connaissance des diagrammes de fusibilité pour l'étude du mécanisme des réactions de substitution et des composés oxoniens [1]. La présente Note a pour but de faire connaître les courbes de solidification commençante des systèmes ($CH^3OH - HCl$), ($CH^3OH - SO^2$), qui ne sont pas sans importance à ce double point de vue.

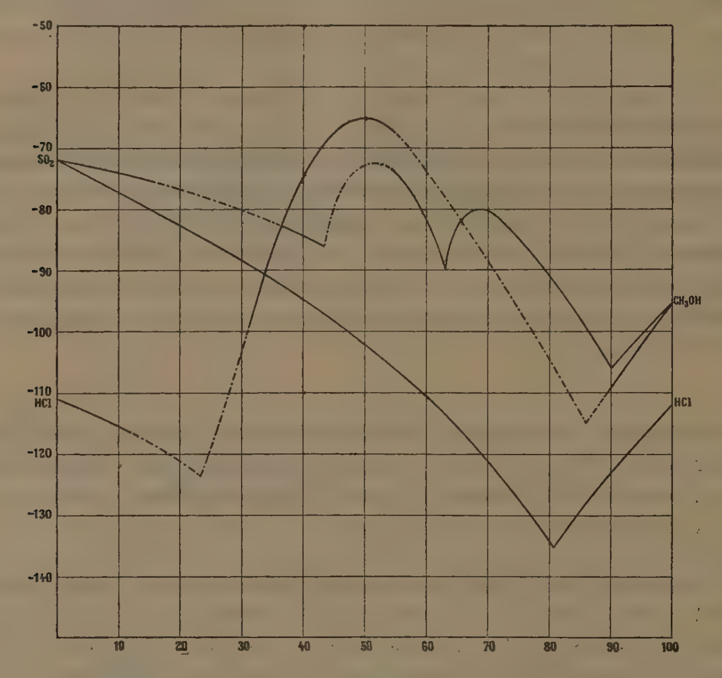
II. Nous avons pu employer dans ces recherches la méthode déjà décrite par l'un de nous dans ce Recueil [2], bien qu'un grand nombre de mélanges ait présenté le phénomène de vitrification, ou simplement une viscosité considérable; celle-ci conduit à des surfusions si importantes qu'elles rendent illusoire toute détermination de la température de solidification

---

(1) Ph.-A. Guye, *Journ. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 119.

(2) G. Baume, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1322 (oxyde de méthyle avec HCl et SO^2). — G. Baume et F.-L. Perrot, *Ibid.*, t. 151, 1910, p. 528 (oxyde de méthyle et alcool méthylique avec NH^3).

commençante par les procédés habituels. Il est cependant possible, dans certains cas, de construire une partie de ces courbes par réchauffement très lent et brassage énergique de la masse cristallisée.



III. Sans insister sur le détail des opérations qui seront réunies dans un autre Recueil, nous indiquerons sommairement les résultats de nos mesures :

1° La plupart des mélanges du système ($CH^3OH - HCl$) sont incristallisables (*vitrification*). Toutefois, nous avons pu étudier d'une façon certaine ceux qui titrent entre 0 et 10 pour 100; 35 et 55 pour 100; 90 et 100 pour 100 d'alcool méthylique [1] : les résultats obtenus permettent

[1] On rapprochera nos recherches des importants travaux chimiques d'Archibald et Mac Intosh sur les propriétés basiques de l'oxygène, sur lesquels nous reviendrons dans un autre Recueil (*Journ. Chem. Soc. London*, t. LXXXV, p. 919, et LXXXVII, p. 784; *Journ. Amer. chem. Soc.*, t. XXVII, p. 26 et 1013; t. XXVIII, p. 588; t. XXX, p. 1097; t. XXXIII, p. 71; *Journ. phys. Chemistry*, t. XII, p. 267).

de caractériser un maximum très net, correspondant à la combinaison ($CH^3OH + HCl$), premier stade de la formation du chlorure de méthyle.

2° Le système ($CH^3OH - SO^2$) a pu être étudié sur une étendue plus considérable que le précédent; les mélanges compris entre 0 et 10 pour 100, 37 et 42 pour 100, 55 et 100 pour 100 CH^3OH ont été accessibles à l'expérience, malgré les surfusions importantes qu'ils ont présentées en raison de leur grande viscosité. L'allure générale des portions de courbes ainsi déterminées permet de caractériser nettement les deux combinaisons, normales au point de vue chimique :

$$(CH^3OH + SO^2) \quad (2\,CH^3OH + SO^2).$$

3° Nous avons joint, aux deux diagrammes précédents, celui du système ($SO^2 - HCl$), qui complète naturellement cette étude; ce diagramme est normal, avec un seul eutectique et sans maximum (¹), ainsi qu'on peut le constater sur la figure ci-contre, où l'on trouvera également les portions des courbes de fusibilité ($CH^3OH - HCl$) et ($CH^3OH - SO^2$) qu'il nous a été possible de déterminer. Les traits en pointillé qui complètent ces deux derniers diagrammes ne représentent, bien entendu, que leur allure possible : on sait, en effet, qu'on peut considérer les phénomènes de viscosité que nous venons de signaler, comme l'indice d'une combinaison d'addition dans les régions où ils se produisent (²).

CÉRAMIQUE. — *Sur la préparation de l'émail noir des poteries grecques par l'oxyde ferroso-ferrique naturel.* Note de M. L. **Franchet**, présentée par M. A. Lacroix.

En 1844, Brongniart, se basant sur les expériences de Salvétat, a signalé la présence, que j'ai pu constater depuis, de l'oxyde de manganèse dans l'émail noir (qu'il appelle *lustre*) des poteries italo-grecques, émail dont le véritable colorant est, en réalité, l'oxyde ferroso-ferrique. Contrairement à l'opinion de Brongniart, la petite quantité d'oxyde de manganèse qui s'y trouve mélangée a une provenance accidentelle, comme je le montrerai

(¹) Ces deux gaz semblent réagir aux pressions élevées, au-dessus du point critique du mélange étudié (*Cf.* Briner et Wroczynski, *Journ. Chim. phys.*, t. IX, 1911, p. 121).

(²) *Cf.* Tsakalotos et Guye, *Journ. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 353.

tout à l'heure. Salvétat a proposé, pour reproduire cet émail, d'introduire, dans un fondant calcaire, un mélange par parties égales d'oxyde de fer et d'oxyde de manganèse : cette formule est certainement erronée, en raison de la teneur très faible de ce dernier oxyde dans l'émail grec.

D'autre part M. Verneuil, dans une Note publiée récemment, indique un autre procédé qui consiste à introduire du fer métallique très divisé, dans un fondant fait avec la pâte même de la poterie grecque. L'auteur fait remarquer, avec juste raison, que le broyage du fer, à l'état impalpable, offre les plus grandes difficultés et il émet l'hypothèse que les Grecs ont, peut-être, préparé le fer en poudre en réduisant l'oxyde par le charbon.

Or, à la suite des recherches que j'ai effectuées en étudiant une série de poteries italo-grecques que m'avait remise M. Pottier, conservateur de la céramique au Musée du Louvre, j'étais arrivé à des conclusions tout autres que j'ai, du reste, énoncées il y a plusieurs mois, à l'École d'Anthropologie, au cours de mes leçons sur la céramique primitive.

Les échantillons communiqués par M. Pottier comprennent : dipylon attique du VIIIe siècle avant Jésus-Christ, poterie corinthienne du VIIe siècle, poteries attiques à figures noires du VIe siècle et à figures rouges du Ve siècle, poteries italiotes du IVe siècle.

Toutes ces poteries sont à pâte calcaire et ferrugineuse; elles renferment, en outre, de petites quantités d'oxyde de manganèse, fait digne de remarque, si l'on veut utiliser ces pâtes comme base du fondant. On sait, en effet, qu'en présence du manganèse, même en faible quantité, le ton noir donné par l'oxyde de fer devient plus fixe.

L'émail noir, très opaque, est constitué par un fondant et un colorant. L'opacité est due à un excès de colorant qui ne s'est pas dissous dans le fondant.

Nous ignorons la formule exacte des Grecs, mais nous avons d'importants renseignements dans les anciens écrits du IIe siècle avant J.-C. au IIe siècle de notre ère, notamment dans ceux de Théophraste, de Dioscoride, de Vitruve et de Pline, ainsi que dans certaines traditions qui sont passées de l'Égypte en Grèce et que nous retrouvons en Gaule à l'époque romaine, puis au Moyen-Age et dont beaucoup subsistent encore aujourd'hui; nous pouvons du reste les suivre à travers les siècles.

Fondant. — Le fondant initial dont nous voyons la première trace en Égypte, dès la XVIIIe dynastie, est composé de silice et de sels de potasse et de soude : nous le retrouvons chez tous les peuples et à toutes les époques. Il ne disparut pas lorsque, à l'époque Saïte, le fondant plombeux devint d'un usage courant chez les potiers

égyptiens auxquels l'empruntèrent les Perses, au temps de Cambyse, et qui fut introduit en Occident par les Romains, mais généralisé par les Arabes.

Le fondant, composé uniquement de silice et des sels obtenus par lévigation des cendres (de préférence celles du Levant), était encore en usage au XVIIe siècle, notamment pour obtenir le noir sur verre, par mélange avec 50 pour 100 de battitures de fer (Néri).

Colorant. — Les battitures pouvaient convenir comme colorant d'un tel émail, en raison du point de fusion peu élevé de celui-ci (rouge naissant), mais elles sont inutilisables pour un émail qui, comme celui des Grecs, se vitrifie vers 850° et se cuit en feu oxydant.

Or, les anciens auteurs grecs et latins nous disent que les produits naturels étaient constamment employés dans la préparation des couleurs minérales : on se servait particulièrement, pour les noirs et les bruns, des minerais de fer et de manganèse simplement broyés.

D'autre part l'un des minerais de fer, qui jouissait du plus grand renom, était l'oxyde ferroso-ferrique naturel, la magnétite (*magnes*, dans l'antiquité) que l'on tirait de l'Asie-Mineure, de la Thessalie et de la Macédoine. Les Romains, qui ont employé l'émail noir des Grecs, prenaient peut-être leur magnétite dans le Piémont ou à l'île d'Elbe dont les gisements de fer sont exploités depuis environ 3000 ans.

La magnétite contient quelques impuretés, et les spécimens de provenances diverses que j'ai examinés renfermaient tous de l'oxyde de manganèse, même un échantillon cristallisé venant du Piémont.

C'est donc en me basant sur ces données que j'ai établi les deux formules suivantes :

Fondant...	Sable quartzeux.....	55	Émail...	Fondant.........	50
	Carbonate de soude..	45		Magnétite........	50

Le fondant est préalablement fondu, puis mélangé, par simple broyage, avec la magnétite.

Le carbonate de soude du commerce et les sels alcalins que j'ai extraits des cendres de bois, m'ont donné des résultats identiques. Il en a été de même pour l'émail fait avec les divers échantillons de magnétite, essayés : Piémont, île d'Elbe, Norvège (ainsi qu'un spécimen provenant du Chili).

J'ai ainsi obtenu, en feu oxydant, un émail très opaque, très noir, présentant souvent les reflets verdâtres ou bleutés que l'on observe sur les poteries italo-grecques. Il se vitrifie à une température voisine de 850°.

En substituant dans le fondant, à 10 parties de silice, une quantité équivalente de craie, on obtient également l'émail noir ; mais en substituant à la magnétite l'oxyde ferroso-ferrique pur, préparé, j'ai obtenu un émail brun (ou vert, suivant la nature du fondant employé).

Il est probable que, pour donner de la viscosité à l'émail et pour faciliter son application régulière, on lui ait adjoint un mucilage quelconque, comme nous le pratiquons aujourd'hui. En outre, le charbon qui se formait dans la masse de l'émail, au moment de la cuisson, retardait l'oxydation.

Ce mucilage était vraisemblablement du gluten, car Pline l'Ancien nous apprend que ce produit servait dans la peinture ordinaire, à fixer la couleur noire. Or il est à présumer que les premiers peintres céramistes ont suivi la méthode qui leur avait été enseignée par les maîtres, auprès desquels ils avaient puisé les principes de leur art.

Les Grecs ne sont pas les inventeurs de cet émail noir à base d'oxyde de fer : il avait pris naissance en Égypte, bien antérieurement; de là il s'était répandu dans tout le bassin de la mer Égée et nous le retrouvons enfin, plus tard, chez les Romains qui l'introduisirent en Gaule d'où il disparut vers le IVe siècle de notre ère.

En résumé, je suis fondé à admettre que l'émail noir des poteries antiques, provenant de ces régions, fut obtenu avec la magnétite; en outre c'est ce minéral qui a introduit accidentellement dans l'émail une petite quantité de manganèse.

Le fondant devait être fait de silice et de sels alcalins, car la terre à poteries ne paraît pas avoir été employée à aucune époque, comme base d'un fondant.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses d'alcools secondaires-α-cétoniques.* Note [1] de M. D. Gauthier, présentée par M. A. Haller.

Les seuls alcools secondaires α-cétoniques décrits jusqu'à ce jour sont tous de la forme

$$R - CHOH - CO - R,$$

R représentant, de part et d'autre, un même radical alcoolique.

Bouveault et Locquin [2], qui ont désigné ces corps sous le nom d'*acyloïnes*, ont montré qu'on pouvait facilement les préparer en faisant réagir le sodium sur les éthers-sels des acides gras et ils en ont fait une étude approfondie.

Étant données les transformations auxquelles se prêtent ces acyloïnes,

---

(1) Présentée dans la séance du 3 avril 1911.

(2) Bouveault et Locquin, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 629.

il nous a paru intéressant de chercher à obtenir les oxycétones du type plus général

$$R_1 - CHOH - CO - R_2$$

acyloïnes mixtes, que la méthode précédente ne peut fournir et qui offriraient elles-mêmes un champ plus vaste à la synthèse.

Dans l'exposé de précédentes recherches [1] nous avons déjà fait connaître un certain nombre d'alcoyloxycétones du type

$$R_1 - CHOR - CO - R_2,$$

éthers-oxydes de ces acyloïnes mixtes, mais les procédés habituels de saponifications des éthers-acides, appliqués à ceux-ci, ne nous ont pas permis de libérer la fonction alcoolique sans modifier autrement leur molécule.

Par contre, il nous a été facile d'atteindre notre but en appliquant la réaction de Blaise aux oxynitriles

$$R_1 - CHOH - CAz,$$

lesquels résultent de la fixation de l'acide cyanhydrique sur les aldéhydes. En présence de 2^{mol} d'un organo-magnésien R_2MgX, 1^{mol} d'oxynitrile engendre un complexe

$$R_1 - CHO(MgX) - C\begin{matrix} /\!\!/ AzMgX \\ \diagdown R_2 \end{matrix}$$

que l'eau décompose ensuite en régénérant la fonction alcool, tandis que la fonction nitrile devient fonction cétone :

$$R_1 - CHOMgX - C\begin{matrix} /\!\!/ AzMgX \\ \diagdown R_2 \end{matrix} \xrightarrow{H^2O} R_1 - CHOH - CO - R_2.$$

Nous avons pu, de la sorte, réaliser avec de bons rendements la synthèse des oxycétones suivantes :

1° *Oxy-2-pentanone-3* $CH^3 - CHOH - CO - CH^2 - CH^3$. — Obtenue avec un rendement de 60 pour 100 par l'action de C^2H^5MgBr sur $CH^3 - CHOH - CAz$. Liquide bouillant à 63° sous 20^{mm}, qui réduit très énergiquement la liqueur cupro-potassique et le nitrate d'argent ammoniacal. Donne très facilement une semicarbazone cristallisée fondant à 201°.

1^{mol} de cet alcool cétonique, soumise à son tour à l'action de 2^{mol} d'éthylbromure

---

[1] D. Gauthier, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVI, p. 289.

de magnésium, nous a donné le glycol

$$CH^3 - CHOH - COH\left\langle\begin{matrix}C^2H^5\\ C^2H^5\end{matrix}\right.,$$

bouillant à 105° sous 17^{mm}.

Vers la température de 250° et au contact du cuivre réduit, cette oxycétone perd de l'hydrogène et forme la diacétone déjà connue

$$CH^3 - CO - CO - CH^2 - CH^3.$$

Nous avons pu, d'ailleurs, fixer 1^{mol} d'acide cyanhydrique sur le groupement cétonique de cette acyloïne mixte et engendrer le composé glycol et nitrile

$$CH^3 - CHOH - COH\left\langle\begin{matrix}C^2H^5\\ CAz\end{matrix}\right.,$$

bouillant vers 130° sous 20^{mm} et dont nous nous proposons d'étudier la déshydratation avec l'espoir d'aboutir au nitrile β-cétonique

$$CH^3 - CO - CH\left\langle\begin{matrix}C^2H^5\\ CAz\end{matrix}\right..$$

2° *Méthyl-2-oxy-3-hexanone-4* $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CHOH - CO - CH^2 - CH^3$. — Obtenue avec un rendement d'environ 70 pour 100 par l'action de C^2H^5MgBr sur $\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CHOH - CAz$. Liquide bouillant vers 85° sous 45^{mm}, fournissant une semicarbazone qui fond à 90°. Présente les propriétés réductrices de la précédente oxycétone.

3° *Diméthyl-2.5-oxy-3-hexanone-4* $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CHOH - CO - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^3$. — Ce composé, qui n'est pas autre chose que l'isobutyroïne de Bouveault et Locquin, bouillant à 83° sous 26^{mm}, a été préparé, à titre de vérification de notre méthode, par l'action de $\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>CHMgI$ sur $\begin{matrix}CH^3\\ CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CHOH - CAz$. Il a été obtenu avec un rendement dépassant 70 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'oxyberbérine*. Note [1] de MM. **Amé Pictet** et **Alphonse Gams**, présentée par M. Armand Gautier.

Depuis les travaux de Perkin et de Gadamer sur la berbérine, on admet, dans la molécule des sels de cet alcaloïde, l'existence du groupement ato-

[1] Présentée dans la séance du 18 avril 1911.

mique

C

$CH^2 \langle {O \atop O} \rangle$ C N

C C

C OCH^3

OCH^3.

Nous nous sommes proposé de reproduire artificiellement ce groupement. Nos essais nous ont conduits jusqu'ici à la synthèse de l'*oxyberbérine*

CH^2

$CH^2 \langle {O \atop O} \rangle$ CH^2 N

C CO

CH OCH^3.

OCH^3

identique à l'un des produits de l'oxydation de la berbérine naturelle par le permanganate (Perkin), ou sous l'action des alcalis (Gadamer).

Nous partons du *pipéronal* et de l'*acide opianique*. En faisant agir le nitrométhane sur le pipéronal, et en réduisant le produit, nous obtenons l'*homopipéronylamine* $CH^2 \langle {O \atop O} \rangle C^6H^3 - CH^2 - CH^2$, déjà décrite par Medinger en 1906 [1]. Cette base, soumise à l'action de l'aldéhyde formique, ou du méthylal en présence d'acide chlorhydrique concentré, nous a fourni la *norhydrohydrastinine* (méthylène-dioxytétrahydro-isoquinoléine), liquide incolore, bouillant à 197-199° sous 50^{mm} de pression [1] :

$$CH^2 \langle {O \atop O} \rangle C^6H^2 {CH^2 - CH^2 \atop NH^2} + CH^2O = CH^2 \langle {O \atop O} \rangle C^6H^2 {CH^2 - CH^2 \atop CH^2 - NH} + H^2O.$$

Nous avons cherché ensuite à condenser la norhydrohydrastinine avec l'acide opianique. Les produits sont différents suivant les conditions.

---

[1] *Monatshefte für Chemie*, t. XXVII, p. 237.

La condensation n'a lieu, entre le groupe aldéhydique de l'acide opianique et le groupe méthylène 1 de la norhydrohydrastinine, que si le carboxyle de l'acide a été préalablement éthérifié et l'atome d'hydrogène imidique de la base remplacé par un radical fortement acide. Nous avons donc converti l'acide opianique en son éther méthylique et la norhydrohydrastinine en son dérivé *ortho-nitrobenzoylé* (aiguilles fusibles à 103°-105°). Le mélange équimoléculaire de ces deux corps dissous dans l'acide sulfurique concentré est abandonné à lui-même pendant 10 jours vers 15°. Lorsqu'on le verse ensuite dans l'eau froide, on obtient un précipité d'un corps neutre, fusible à 156°-158°, de formule $C^{28}H^{24}N^2O^9$. Ses transformations montrent qu'il a pris naissance selon l'équation

$$CH^2{<}^{O}_{O}\!>\!C^6H^2\!\left\{\begin{matrix}CH^2\!-\!CH^2\\ CH^2\!-\!N\!-\!CO\!-\!C^6H^4\!-\!NO^2\end{matrix}\right. + C^6H^2(CH^2O)(COOCH^3)(OCH^3)(OCH^3) = CH^2{<}^{O}_{O}\!>\!C^6H^2\!\left\{\begin{matrix}CH^2\!-\!CH^2\\ C(=CH\!-\!C^6H^2(COOCH^3)(OCH^3)(OCH^3))\!-\!N\!-\!CO\!-\!C^6H^4\!-\!NO^2\end{matrix}\right. + H^2O$$

Nitrobenzoyl-norhydro-hydrastinine. — Opianate de méthyle.

On saponifie ce produit en le chauffant, en tubes scellés, 2-3 heures à 140°-150° avec de la potasse alcoolique. Le contenu des tubes est versé ensuite dans l'eau; on obtient une solution claire qui, acidifiée par HCl, laisse déposer un précipité cristallin formé d'un mélange de deux corps : l'un est l'acide ortho-nitrobenzoïque; l'autre, insoluble dans les alcalis et dans les acides, répond à $C^{20}H^{17}NO^4$. Il est identique à l'*oxyberbérine* de Perkin et de Gadamer. Purifié par cristallisation dans l'alcool ou le benzène, il forme des paillettes brillantes, fusibles à 199°-200°; il se dissout dans le xylène avec une fluorescence bleue et donne, en solution sulfurique, une coloration violette par une trace d'acide nitrique. Sa formation s'explique comme suit :

$$CH^2{<}^{O}_{O}\!>\!C^6H^2\!\left\{\begin{matrix}CH^2\!-\!CH^2\\ C(=CH\!-\!C^6H^2(COOCH^3)(OCH^3)(OCH^3))\!-\!N\!-\!CO\!-\!C^6H^4\!-\!NO^2\end{matrix}\right. \rightarrow CH^2{<}^{O}_{O}\!>\!C^6H^2\!\left\{\begin{matrix}CH^2\!-\!CH^2\\ C(=CH\!-\!C^6H^2(COOH)(OCH^3)(OCH^3))\!-\!NH\end{matrix}\right. \rightarrow CH^2{<}^{O}_{O}\!>\!C^6H^2\!\left\{\begin{matrix}CH^2\!-\!CH^2\\ C(=CH\!-\!C^6H^2(OCH^3)(OCH^3)\!-\!CO)\!-\!N\end{matrix}\right.$$

Oxyberbérine.

L'oxyberbérine de synthèse est incolore. Comme l'avait déjà remarqué

---

(1) Cette réaction est susceptible de généralisation et nous avons pu l'appliquer à la préparation d'une série d'autres dérivés de l'isoquinoléine. Nous y reviendrons.

Faltis [1], la coloration de celle qui vient de la berbérine naturelle est due à une impureté.

Toutes les tentatives que nous avons faites pour transformer l'oxyberbérine en berbérine ou en hydroberbérine sont restées infructueuses. Ainsi que l'ont déjà observé Gadamer et Faltis, les réducteurs usuels sont sans action sur l'oxyberbérine. Il en est de même du sodium en présence d'alcool amylique bouillant, ainsi que de l'électrolyse en solution sulfurique (qui réussit dans le cas très analogue de la strychnine). Mais en traitant l'oxyberbérine par PCl^5, nous avons obtenu un produit chloré, réductible par l'étain et l'acide chlorhydrique en donnant une base incolore qui se rapproche beaucoup de la tétrahydroberbérine, sans être identique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'éther-ββ-diméthylglycidique avec l'éther bromacétique.* Note de MM. **G. Darzens** et **J. Sejourné**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a montré dans une Note précédente [2] que l'éther diméthylglycique se condensait sous l'action du zinc avec les iodures et bromures alcooliques. Il était naturel de penser que cette réaction ne se limitait pas aux éthers halogénés seuls, mais qu'elle s'étendait à d'autres dérivés. Nous nous proposons de montrer qu'elle se généralise facilement aux éthers α bromés en menant à d'intéressantes synthèses.

Si l'on verse lentement, à l'aide d'une ampoule à robinet, un mélange de molécules égales d'éther ββ-diméthylglycidique et de bromacétate d'éthyle dans un ballon en relation avec un réfrigérant ascendant et renfermant 65g de zinc pur en limaille et 300g de benzine maintenue à l'ébullition, on ne tarde pas à observer une vive réaction qui s'accompagne de la dissolution du zinc. La chaleur dégagée est suffisante pour maintenir l'ébullition malgré la suppression du feu.

Lorsque tout le mélange a été versé et que le zinc a entièrement disparu, le contenu du ballon est limpide et à peine coloré en jaune. On le verse dans l'eau glacée additionnée d'une molécule d'acide sulfurique pour décomposer le dérivé organo-zincique; l'huile décantée est ensuite soigneusement lavée à l'eau, au carbonate de soude à 10 pour 100, séchée sur SO^4Na^2 et enfin rectifiée au vide après en avoir chassé la benzine.

Deux rectifications isolent facilement le produit de la réaction constitué par un

(1) *Monatshefte für Chemie*, t. XXXI, p. 557.
(2) *Comptes rendus*, t. 152, p. 443.

liquide incolore, à odeur légèrement aromatique, et distillant sans décomposition à 120°-121° sous 3mm et à 254° à la pression ordinaire. Les rendements sont de 65 à 70 pour 100.

Comme on le voit cette condensation est des plus faciles, elle n'exige pas l'emploi du couple zinc-cuivre pour assurer l'amorçage; elle rappelle par ses caractères les condensations de Reformalsky entre les éthers α bromés et les cétones ou les aldéhydes.

La réaction normale de condensation entre l'éther diméthylglycidique et l'éther bromacétique devrait conduire à l'un des deux corps suivants :

$$(\mathrm{I})\quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C(OH) - CH - CO^2C^2H^5, \quad \text{avec } CH^2 - CO^2C^2H^5 \text{ sur } CH$$

$$(\mathrm{II})\quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!C - CH(OH) - CO^2C^2H^5, \quad \text{avec } CH^2 - CO^2C^2H^5 \text{ sur } C$$

dont l'un est l'éther diatérébique et l'autre l'éther de l'acide α-oxy-ββ-diméthylglutarique tous deux connus. Le corps dont nous venons de donner la préparation a bien une composition centésimale qui répond à la formule $C^{11}H^{20}O^5$, mais l'ensemble de ses propriétés le distingue nettement des deux formules susmentionnées et lui assigne celle de l'éther α-oxy-α-isopropylsuccinique :

$$(\mathrm{III})\quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - C(OH) - CO^2C^2H^5, \quad \text{avec } CH^2 - CO^2C^2H^5 \text{ sur } C$$

Si l'on saponifie, en effet, cet éther par l'eau de baryte, on obtient un sel de baryum très peu soluble dans l'eau, et qu'il est, par suite, facile de purifier par essorage et lavage à l'alcool; en le traitant par l'acide chlorhydrique étendu, on le décompose en mettant en liberté un acide ayant pour composition $C^7H^{12}O^5$, et fondant, après plusieurs cristallisations, dans un mélange d'alcool et de benzine, à 139°.

Cet acide est, ainsi qu'on le voit, bien différent de ceux des éthers (I) et (II) qui se lactonisent au moment où on les met en liberté, pour donner des corps fondant à 174° (acide térébique) et à 112°.

Traité à froid par l'acide sulfurique à 90 pour 100, il se décompose nettement en oxyde de carbone, acide carbonique et méthylisopropylcétone, décomposition tout à fait conforme à la formule (III).

L'acide α-oxy-α-isopropylsuccinique est remarquablement stable; il est assez soluble dans l'eau d'où l'on ne peut l'extraire que par un grand nombre d'épuisements à l'éther; très soluble dans l'alcool et l'éther, il est insoluble

dans la benzine et l'éther de pétrole. Nous n'avons pas réussi à le déshydrater, même en traitant son éther par l'anhydride phosphorique.

Schleicher (1) avait déjà pensé préparer un acide oxyisopropylsuccinique auquel il assigna un point de fusion de 154°; d'autre part Sséménow (2) indiqua pour le même acide, préparé par une autre méthode, le point de fusion de 165°-166°. D'après ce que nous venons d'exposer on peut affirmer que ces deux auteurs n'ont pas eu entre les mains le véritable acide α-oxyisopropylsuccinique, mais bien des isomères dont ils n'ont d'ailleurs pas établi la formule de constitution.

Nous ferons remarquer en terminant que la transposition moléculaire qu'on observe dans cette préparation trouve son explication naturelle dans l'isomérisation préalable de l'éther diméthylglycidique en éther diméthylpyruvique qui se condense ensuite normalement avec l'éther bromacétique. Il n'est pas sans intérêt d'opposer ce résultat à celui qui a été obtenu par MM. Haller (3) et Blanc en condensant l'éther diméthylglycidique avec l'éther malonique sodé. Dans ce cas il n'y a pas de transformation moléculaire et l'on parvient à l'acide térébique dérivant de l'éther de la formule (I).

Nous nous proposons de généraliser ce résultat en l'étendant à d'autres éthers α halogénés et surtout aux éthers halogénés des acides bibasiques.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Examen cristallographique de quelques siliciures, carbures et borures obtenus par M. Henri Moissan et ses élèves.* Note de M. **A. de Schulten**, présentée par M. A. Lacroix.

Siliciures. — Si Fe (M. P. Lebeau): tétraèdres réguliers [$\frac{1}{2}a^1a^1(111)(\bar{1}\bar{1}1)$ mes., 109°27′; calc., 109°28′]. Le même composé, préparé au moyen de l'aluminothermie par M. A. Colani, m'a donné : $\frac{1}{2}a^1a^1$, 109°26′. Les tétraèdres sont souvent allongés suivant un axe binaire. Il est très probable que dans le produit industriel *ferro-silicium* la partie cristallisée en tétraèdres est constituée par le siliciure Si Fe.

Si Co (M. P. Lebeau): cristaux souvent très ramifiés offrant des faces du dodécaèdre rhomboïdal. Les dodécaèdres sont souvent très allongés sui-

---

(1) Schleicher, *Liebig's Annalen*, t. CCLXVII, p. 132. Cet auteur a bromé l'acide isopropylsuccinique et a ensuite traité l'acide bromé par KOH.

(2) Sséménow (*Journal de Chimie et Physique russe*, t. XXXI, p. 286, et *Central-Blatt*, t. I, 1899, p. 1205) traite l'acide diméthylcitraconique par HBr puis par CO^3Na^2.

(3) *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 1471.

vant un axe quaternaire. Les ramifications sont terminées par des faces du tétraèdre [$b^1 b^1$ (101)(011) mes., 60°0', 59°50', 60°4'; calc., 60°0'. $\frac{1}{2}a^1 a^1$ (111) ($\bar{1}\bar{1}1$) mes., 109°29', 109°27', 109°32', 109°25'; calc. 109°28'. $\frac{1}{2}a^1 b^1$ (111)(110) mes., 35°24'; calc., 35°16'].

Si Mn (M. P. Lebeau) : tétraèdres réguliers ($\frac{1}{2}a^1 a^1$ mes., 109°26', 109°29').

$SiCr^3$ (M. Zettel) : prismes hexagonaux gris d'acier, très brillants [*mm* ($10\bar{1}0$) ($01\bar{1}0$) mes., 59°59'; calc., 60°0']. Au microscope on observe que les prismes sont terminés par six faces de pyramide. Sur des cristaux reposant bien à plat sur une face *m* on a trouvé l'angle formé par les arêtes ($10\bar{1}1$) ($1\bar{1}01$) et ($10\bar{1}0$) ($1\bar{1}00$) égal à 146° environ. L'angle des normales ($10\bar{1}1$) (0001) est ainsi égal à 60° environ.

Si^2Fe (M. P. Lebeau) : lamelles brillantes, gris de fer, très minces, formées par un agrégat de cristaux à contours carrés.

$SiMn^2$ (M. P. Lebeau) : prismes très brillants à angles de 60° ou près de 60° et sans terminaison distincte.

Si^2Cr^3 (MM. Lebeau et Figueras) : longs prismes à angles de 90° (mes., 89°57', 90°1'). On n'observe pas de facettes distinctes aux extrémités des prismes.

Carbures. — C^3Al^4 (M. Moissan) : petites tables rhomboédriques très minces, de couleur jaune. Les cristaux mesurés n'ont que $0^{mm},02$ à $0^{mm},03$ d'épaisseur. On observe les faces p($10\bar{1}1$) et a^1(0001). On a trouvé : pa^1(1011)(0001) 76°46' à 76°57', moy. *76°53'; pp($10\bar{1}1$)($1\bar{1}0\bar{1}$), 64°16', calc. 65°0'. Clivages rhomboédriques (l'angle p : face de clivage 83° env.). Les cristaux sont uniaxes, positifs.

CGl^2 (M. P. Lebeau). — Le carbure de glucinium se présente en octaèdres réguliers isotropes. Les cristaux sont brillants, jaunes par transparence. On a mesuré $a^1 a^1$ 109°23', calc. 109°28'.

Borures (MM. Moissan et Williams). — $CaBo^6$: cristaux cubiques, brillants, gris de fer. Angles : (001)(100), 89°57'; (100)(010), 89°56'; (001)(010), 89°57'. On n'observe pas d'autres faces. Clivages nets suivant p(100).

$BaBo^6$: aspect, forme et clivages du borure de calcium (angles mesurés : 89°50', 90°8', 89°59').

$SrBo^6$: cristaux cubiques, peu réfléchissants, plus foncés que les borures précédents. Les angles mesurés au microscope sont de 90° environ. Clivages suivant p.

BOTANIQUE. — *Production par traumatisme d'une forme nouvelle de Maïs à feuilles crispées.* Note ([1]) de M. L. BLARINGHEM, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans un lot de plantes cultivées à Bourg-la-Reine (S.-et-O.), à partir des graines d'une anomalie de panicule du type B, obtenue en 1903 après section ([2]), j'ai remarqué, le 25 septembre 1905, un pied à deux tiges dont l'une, terminée par une panicule d'épillets mâles, portait latéralement un épi femelle (qui a fourni le lot 113-07) entouré de bractées courtes, triangulaires, imbriquées et normales; l'autre tige, que je regarde comme un rejet développé de bonne heure, était terminée par une panicule anormale, offrant une vingtaine d'épillets femelles à la base des rameaux couverts ensuite d'épillets mâles (type A), et portait latéralement un épi femelle bien développé, mais à bractées singulièrement déformées; les graines de ce second épi, origine de la forme de *Maïs à feuilles crispées*, ont été cultivées en 1907 sous le numéro 114-07. L'épi femelle de la seconde tige était entouré de 12 bractées d'enveloppe, offrant une portion basilaire large, épaisse et appliquée sur l'épi, une partie rétrécie et une lame terminale assez large, chacune de ces parties correspondant respectivement à la gaine, à la ligule et au limbe des feuilles caulinaires du Maïs; cette croissance excessive des bractées est fréquente pour les épis femelles développés sur les rejets du Maïs.

Ce qui a retenu mon attention, dans le cas particulier qui nous occupe, c'est le mode spécial de croissance des limbes des bractées enveloppant l'épi du rejet; ces limbes n'étaient point aplatis, étalés en languettes minces comme je les ai toujours vus dans les autres lots en expérience; ils étaient plissés et gaufrés, comme le sont les feuilles des Choux frisés. Cette anomalie était due, ainsi que j'ai pu m'en rendre compte plus tard par l'examen microscopique de coupes fines, au développement insolite, à la surface supérieure des limbes, d'un réseau irrégulier de crêtes ayant la même structure anatomique que la ligule des feuilles du Maïs.

La ligule normale forme une crête transversale, mince et transparente, haute de quelques millimètres, développée au niveau de la séparation de la gaine et du limbe, à la surface interne de la feuille; à ce point de rétrécissement correspond un épaississement des tissus foliaires, caractérisé au point de vue anatomique par la multiplication et les anastomoses complexes des faisceaux vasculaires parallèles qui sillonnent la gaine et le limbe des feuilles de Graminées. Chez le Maïs, les faisceaux vasculaires parallèles sont réunis par de grêles anastomoses transversales et l'on peut regarder,

([1]) Présentée dans la séance du 10 avril 1911.

([2]) BLARINGHEM, *Mutations et traumatismes*, Paris, 1907, p. 44, pied A_{12}.

comme le résultat du développement excessif de quelques-unes de ces anastomoses en de forts cordons vascularisés, les modifications de croissance qui ont donné aux limbes des bractées décrites plus haut leur aspect anormal; le réseau des faisceaux vasculaires étant formé de bonne heure et n'étant plus extensible alors que les portions non vascularisées du limbe continuent à croître, il se forme des alvéoles plus ou moins profondes sillonnant toute la surface du limbe des bractées; plus tard, et en certains points seulement, il s'y développe des crêtes membraneuses et transparentes ayant l'aspect et la structure anatomique des ligules.

Cette anomalie est héréditaire; elle s'est transmise aux plantes issues de l'épi qui l'a présentée en 1905 à un degré tel que, pour un bon nombre d'entre elles, toutes les feuilles caulinaires en ont présenté des traces plus ou moins développées. D'ailleurs, dans les cultures de plusieurs centaines de lignées de Maïs pendant dix années, je ne l'ai observée que dans des lots de plantes qui dérivent directement de l'épi anormal. Enfin tous les descendants de cet épi ne la présentent pas, sans doute parce que le pollen qui a fécondé les ovules provenait d'individus normaux à ce point de vue.

Je fus amené à cultiver au laboratoire, dans des tubes stériles, plusieurs lots de graines pris sur l'épi anormal après en avoir stérilisé la surface extérieure d'après le procédé indiqué par MM. P. Mazé et A. Perrier ([1]); deux essais ont donné :

Lot.	Graines ensemencées.	Plantules développées.	Plantules à feuilles crispées.
a................	20	12	4
b................	15	9	9
Total......	35	21	9

Ces expériences me fournissent la certitude de la transmission partielle de l'anomalie et, en outre, de l'accentuation des caractères nouveaux visibles souvent sur la deuxième ou la troisième feuille; enfin, de la non-intervention de parasites externes dans la production du caractère anormal. D'autre part des coupes fines, colorées au bleu BBBB lactique, ne m'ont pas permis de trouver dans les tissus aucune trace, ni de filaments mycéliens de Champignons parasites, ni de Bactéries.

Les cultures de 1907 ont porté spécialement sur la comparaison des caractères des descendants de l'épi normal (113-04) et des descendants de l'épi anormal (114-04) de la même plante de 1905. Aucun individu issu du lot 113-04 ne présenta, ni cette année,

---

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XVIII, 1904.

ni les années suivantes, de traces de l'anomalie qui fut, au contraire, constamment observée sur une partie des descendants de la série 114-04.

Lots en culture.	Graines semées.	Plantes obtenues.	Plantes à feuilles crispées.
Deuxième génération (1907)......	30	23	11
Troisième génération (1908)......	367	273	116

L'anomalie fut très accusée en 1907, à la seconde génération ; le développement très précoce et exagéré des crêtes et des alvéoles ne permit pas aux feuilles de 3 des 11 plantes à feuilles crispées de s'étaler, ce qui empêcha le développement de leurs axes floraux mâles et femelles ; 8 plantes seulement donnèrent une descendance qui fournit les 9 lots de culture de troisième génération, car une plante porta, comme son ancêtre de 1905, un rejet du type A offrant 7 graines bien développées.

Pour la quatrième génération, je cultivai seulement, en 1909, les grains des plus beaux épis de plantes anormales des lots 502, 504 et 507, qui avaient donné en 1908 la plus forte hérédité ; la levée fut médiocre ; les plantes à feuilles crispées furent peu nombreuses et aucune d'elles ne réussit à mûrir ses graines, en raison de l'été très froid et humide de cette année ; les cultures de 1910 furent donc faites avec des graines des mêmes lots de la troisième génération (1908) et, sur 113 graines semées, 33 ont donné des plantes dont 8 seulement présentaient l'anomalie.

De ces épreuves, qui seront continuées, il résulte que la forme nouvelle de *Maïs à feuilles crispées* présente une forte tendance héréditaire ; mais il faut éviter de prendre comme porte-graines les plantes qui présentent l'anomalie au plus haut degré, si l'on veut éviter la mort précoce des descendants ou seulement leur stérilité ; c'est par les types intermédiaires, à anomalie peu développée, qu'on peut la propager.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un stéréoscope à coulisses.*

Note de M. **Léon Pigeon**, présentée par M. P. Villard.

J'ai décrit antérieurement, dans ce recueil, un stéréoscope à miroir bissecteur. Le stéréoscope à coulisses est fondé sur le même principe, mais il est destiné surtout à l'étude physiologique de la vision, à l'étude et au traitement du strabisme, ainsi qu'à divers travaux de clinique ophtalmologique.

Le stéréoscope à coulisses est une boîte fermée, ayant quatre faces verticales ; mais sur la figure 1, qui est schématique, on a supposé enlevé le dessus de cette boîte, ainsi que deux de ses faces latérales, pour mieux montrer les parties intérieures.

Deux panneaux plans verticaux forment un angle dièdre d'environ 106°. Ils comprennent entre eux un panneau M bissecteur de ce dièdre. Les deux premiers panneaux portent deux mires, dont les centres sont figurés en A et B. Le bissecteur M porte un miroir plan.

La première mire A, grâce à une coulisse horizontale H, peut être déplacée latéralement vers la droite ou vers la gauche. La seconde mire B, grâce à une coulisse verticale V, peut être déplacée en hauteur. Les yeux du sujet en expérience sont placés, en G et D (*fig.* 1), sur une même ligne horizontale, parallèle au plan de la mire A. L'œil droit D voit directement la mire A. L'œil gauche G, visant dans le miroir bissecteur, croit voir une mire B′, image virtuelle de B, et cette image est située dans le même plan que la mire A.

Ainsi chacun des yeux possède un champ de vision indépendant, qui lui est propre. Les deux mires peuvent être semblables ou dissemblables ; elles peuvent subir, ensemble ou séparément, toutes variations convenables de lumière ou d'ombre, d'éclat, de couleur, de forme ou de situation. Les mires sont éclairées : si elles sont opaques, par des lampes électriques placées à l'intérieur du stéréoscope ; si elles sont transparentes, par des lampes placées extérieurement.

De ces principes résultent les conséquences suivantes :

1° Pour une certaine position des deux coulisses (*fig.* 2) les mires A et B′ paraissent coïncider.

2° Si, à partir de cette position de coïncidence, on déplace la coulisse horizontale vers la droite, les axes de visée DA, GB′, d'abord concourants en A, B′, se décroisent. L'axe de visée de l'œil gauche, GB′, reste fixe; mais l'axe de visée de l'œil droit, DA, se déplace. Les deux axes peuvent ainsi devenir parallèles (*fig.* 3), puis se placer en divergence (*fig.* 4).

3° Si, à partir de la position de coïncidence, on déplace la coulisse horizontale vers la gauche, les axes de visée, GB′ et DA, sont amenés à converger de plus en plus (*fig.* 5).

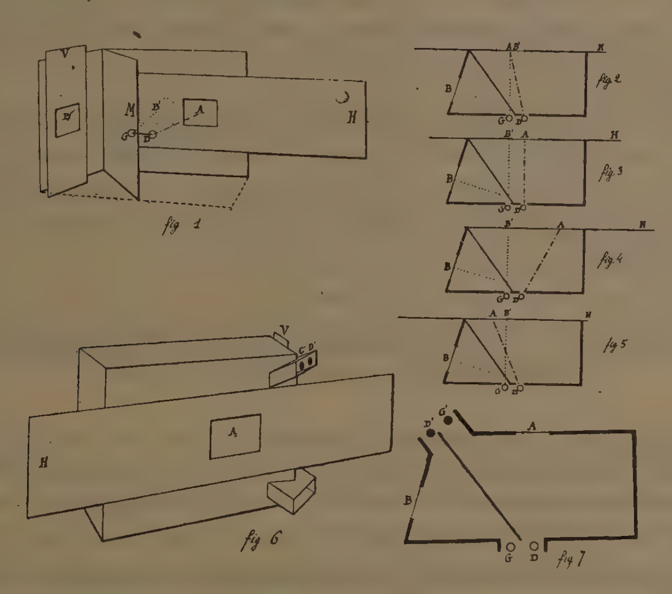
4° Lorsque l'on connaît la distance GB′, et aussi la longueur GD de la base interoculaire, il suffit qu'on mesure la longueur B′A pour qu'on puisse définir le trapèze DG B′ A, rectangle en G et en B′. La longueur B′A est mesurée par une règle graduée portée par la coulisse H.

5° Les deux mires A et B′ étant amenées d'abord à la position de coïncidence, un observateur normal arrive facilement, par des déplacements lents et continus, à croiser ou à décroiser ses axes de visée, même de quantités importantes. Pendant ces déplacements, les mires A et B′ ne cessent pas d'être dans le même plan, et les yeux ne cessent pas de fusionner, ni d'accommoder sur elles. On parvient ainsi à rendre indépendantes

l'une de l'autre l'accommodation et la convergence, fonctions qui, dans la vision naturelle, sont constamment associées.

L'indépendance relative de ces deux fonctions s'acquiert et s'étend par l'exercice.

6° Pour mesurer et pour traiter le strabisme, il convient de chercher d'abord une position amenant la fusion optique des deux mires. Cette position, particulière au sujet, une fois trouvée et repérée numériquement, on agit sur la coulisse horizontale pour entraîner les axes de visée, lentement et progressivement, dans la direction convenable. Si le strabisme est seulement latéral, la coulisse horizontale H est seule employée; on utilise la coulisse verticale V lorsque la déviation latérale est accompagnée de déviation vers le haut ou vers le bas.



7° On peut, lorsqu'il est nécessaire, interposer des verres correcteurs devant les yeux du sujet. De cette manière, on assigne telle valeur que l'on veut à l'accommodation, comme à la convergence.

8° Outre son usage pour le strabisme, le stéréoscope à coulisses est utilisable pour diverses applications, dont voici les principales : étude physiologique de la vision binoculaire; étude du fonctionnement des muscles moteurs des yeux, et des paralysies de ces muscles; fusion physiologique

des couleurs ; examen médico-légal des altérations de la vue, réelles ou simulées.

Pour ce dernier usage, il est utile que les deux yeux du sujet en expérience demeurent, à tout instant, sous la surveillance de l'oculiste. A cet effet, une ouverture est pratiquée, en G′D′, au voisinage de l'arête du dièdre (*fig.* 6 et 7). Par cette ouverture, l'œil droit de l'oculiste, D′, vise l'œil gauche du sujet, G; et l'œil gauche de l'oculiste, G′, vise l'œil droit du sujet, D. Ces deux lignes de visée sont situées de part et d'autre de la cloison bissectrice M. Depuis les yeux de l'oculiste jusqu'à ceux du sujet, ces lignes de visée ont des directions sensiblement parallèles, et descendantes. Pendant l'examen du sujet, les mires sont éclairées, isolément ou simultanément, soit d'une manière continue, soit par intermittences; mais, à tout instant où les mires sont visibles pour le sujet, les yeux du sujet sont visibles par l'oculiste, dont le contrôle peut ainsi s'exercer régulièrement.

9° Le stéréoscope est disposé de manière qu'on puisse le retourner de haut en bas. On peut ainsi, à volonté, laisser fixe dans l'espace l'axe de visée de l'œil droit, en faisant mouvoir l'œil gauche, ou bien, inversement, laisser fixe l'œil gauche, en faisant mouvoir l'œil droit, comme il est indiqué ci-dessus.

PHYSIOLOGIE. — *Le mal des aviateurs*. Note de MM. **René Cruchet** et **Moulinier**, présentée par M. A. Dastre.

Au cours de la grande semaine d'aviation de Bordeaux qui a eu lieu du 11 au 18 septembre 1910, nous avons eu l'occasion d'interroger les principaux aviateurs venus à cette réunion et de prendre leur pression sanguine avant et après plusieurs de leurs vols.

Dans la *montée*, on note de la dyspnée, de la tachycardie, un léger malaise, de l'hypoacousie, des bourdonnements d'oreilles, de la céphalée, un besoin impérieux d'uriner; de plus, le froid devient bien vite intolérable. Ces divers phénomènes rappellent assez exactement ceux du *mal des montagnes* avec cette différence qu'ils apparaissent à une hauteur beaucoup moindre : à partir de 700^m à 800^m, même vers 400^m à 500^m chez les novices.

Dans la *descente*, tachycardie, palpitations, gêne respiratoire, bourdonnements et sifflements d'oreilles, envie d'uriner s'accroissent encore et d'autant plus que l'aviateur se rapproche du sol; mais les troubles dominants sont : 1° la céphalée; 2° une sensation de brûlure, de cuisson étendue à toute la face congestionnée; 3° une inva-

riable tendance au sommeil qui oblige par instants le sujet à fermer les yeux, malgré toute sa volonté de se tenir éveillé.

A *l'atterrissage*, bourdonnements et sifflements auditifs, céphalée, tendance au sommeil s'exagèrent encore; il s'y joint des vertiges, une sorte d'engourdissement et de paresse musculaires, de la cyanose des extrémités. Enfin le pouls est plus rapide qu'au départ et surtout la tension sanguine mesurée à l'artère radiale avec l'oscillomètre de Pachon est nettement supérieure à celle qui existait avant le vol.

Ces variations dans la pression sanguine nous paraissent explicables par ce fait que l'organisme qui descend au sol en 4, 5 ou 7 minutes, après avoir atteint 1000^{m}, 2000^{m} ou 3000^{m} en 20, 30 ou 40 minutes, n'a pas le temps d'adapter son système circulatoire aux pressions variables (520^{mm} Hg à 3000^{m}, 591^{mm} à 2000^{m}, 760^{mm} à 0^{m}) que franchit l'aéroplane en un temps trop rapide.

Nous avons été frappés par la constance et l'importance de ces variations de la pression artérielle, particulièrement accusées après des ascensions et des descentes rapides des hautes altitudes, alors que les vols à des altitudes moyennes, chez des sujets entraînés, ne s'accompagnent pas de ce genre de réactions.

En résumé, réactions vasomotrices avec hypertension, vertiges, céphalée, somnolence consécutive aux ascensions et s'accusant surtout sur le sol et quelque temps après l'atterrissage : tels sont les phénomènes qui distinguent le mal des aviateurs du mal des montagnes et donnent un aspect particulier à ces troubles dont la cause essentielle est très vraisemblablement *la rapidité avec laquelle l'aviateur se transporte dans l'espace*.

PHYSIOLOGIE. — *Les courbes d'évanouissement des traces mnémoniques.* Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. A. Dastre.

Au cours de recherches (¹) sur l'évolution régressive des traces mnémoniques en fonction du temps chez la Limnée, j'ai pu déterminer une courbe d'évanouissement, interpolable par la formule

$$m = \frac{k(\log t)^{\alpha}}{t^{\beta}}, \qquad (1)$$

où t exprime le temps, k, α et β, des constantes, et m la trace mnémonique. Celle-ci est définie de la manière suivante : on a recherché combien

(¹) *Comptes rendus*, t. 149, 13 septembre 1909, p. 513.

il fallait provoquer d'obscurations d'une durée définie, à intervalles réguliers, chez une Limnée éclairée avec une source lumineuse d'intensité sensiblement constante, pour que l'animal cesse de réagir à ces obscurations : on recommence, au bout d'un intervalle de temps donné, cette recherche; on trouve alors que le même résultat peut être obtenu au bout d'un nombre moindre d'obscurations; on a ainsi réalisé une économie d'excitations, grâce à la persistance de l'influence exercée par les excitations antérieures, économie dont le taux, exprimé en pourcentage, permet de mesurer l'intensité de cette persistance, la valeur de la trace mnémonique.

J'ai refait depuis lors des expériences sur un certain nombre de Limnées de même espèce (*Limnæa stagnalis*), qui m'ont donné des résultats interpolables au moyen de la même formule, sans changement de la valeur des constantes qui paraissent être spécifiques dans des conditions données d'expérimentation.

Pour un intervalle type d'une minute, les valeurs de l'économie pour 6 individus ont été de 71,3; 83,3; 71,4; 66,6; 70; 71,4 : soit une moyenne de 72 pour 100, le nombre calculé étant de 70,2.

La même formule, mais avec des constantes différentes (car l'oubli paraît beaucoup moins rapide), s'applique aussi à la courbe d'évanouissement chez *Littorina obtusata;* mais, sur les Gastéropodes marins, comme la Littorine, la recherche est plus délicate, à cause de la difficulté qu'il y a à les faire vivre en aquarium dans des conditions satisfaisantes; on voit l'excitabilité décroître très rapidement, et subir ensuite des variations irrégulières.

Chez l'homme, la formule d'interpolation de la courbe d'évanouissement, établie par Ebbinghaus après un très grand nombre d'expériences sur lui-même, était un peu différente, et de forme $m = \frac{K}{(\log t)^c}$. La courbe correspondante montre une chute très rapide d'abord, puis se ralentissant brusquement pour devenir à peu près insensible. Mais la rapidité de chute initiale fut contestée par divers auteurs et, de fait, elle était due aux conditions d'expérimentation.

Ebbinghaus apprenait 104 syllabes dépourvues de sens, mesurait le temps nécessaire à cette acquisition, puis recommençait à les apprendre au bout d'un intervalle donné, mesurant le nouveau temps nécessaire et calculant l'économie assurée à la nouvelle acquisition par l'acquisition antérieure. Seulement, ses 104 syllabes étaient divisées en 8 séries de 13, qu'il apprenait successivement, en sorte que, par suite de l'influence effaçante exercée par chaque série nouvellement apprise sur les séries antérieures, il avait

oublié les premières lorsqu'il apprenait les dernières et devait aussitôt recommencer.

Chez la Limnée, j'ai pu constater que, pendant un temps donné après la dernière obscuration, non suivie de réaction, il n'y avait aucune décroissance appréciable de l'effet de cette dernière. De nombreuses observations permettent d'affirmer l'existence d'une « période d'état » précédant l'évanouissement de la trace mnémonique chez l'homme.

Dans ces conditions j'ai refait une série d'expériences chez l'homme, en évitant la cause d'erreur d'Ebbinghaus, c'est-à-dire l'influence effaçante des nouvelles séries apprises dans une acquisition successive; pour cela j'ai fait apprendre 50 chiffres en une série unique, chez un sujet ne faisant pas, en temps ordinaire, d'effort d'acquisition mnémonique, pour éviter toute perturbation de ce chef. La mesure du temps d'acquisition est fournie par le nombre de lectures nécessaires pour assurer une répétition correcte, ces lectures (toutes suivies de récitations) étant faites en 25 secondes et séparées par un intervalle constant de 2 minutes.

On trouve des différences dans les nombres de lectures initiaux, parce que tous les tests n'étaient point d'égale difficulté. Les expériences d'acquisition et de réacquisition furent faites toujours aux mêmes heures (10^h du soir) dans des conditions identiques. Voici les résultats obtenus :

Intervalle (en jours).	Nombre de lectures initial.	Nombre de lectures terminal.	Économie pour 100.
7	10	0 (¹)	100
14	11	2	81,8 (²)
28	12	4	66,6
60	10	6	40
120	8	6	25

Si l'on veut interpoler ces résultats par la formule d'Ebbinghaus, on constate des écarts assez considérables des chiffres calculés avec les chiffres observés; ces écarts sont au contraire très faibles si l'on emploie la formule que nous avons établie pour la Limnée.

Voici ces écarts, après établissement des constantes pour les deux formules

(¹) La récitation spontanée, correcte, fut possible sans nouvelle lecture; la période d'état a donc duré une semaine.

(²) Ce chiffre est un peu trop faible, car les résultats étaient presque entièrement corrects dès la première lecture.

au moyen de la méthode des moindres carrés, opération longue et fastidieuse dont mon ami E. Maigre a bien voulu se charger [1]:

Intervalle (en jours).	Économie observée (en pourcentage).	Économie calculée. Formule d'Ebbinghaus.	Formule de la Limnée.
7	100	116,7	97,7
14	81,8	74,8	86,1
28	66,6	53,2	64,2
60	40	39,4	41,3
120	25	31,3	25,7

Avec la formule d'Ebbinghaus, l'écart moyen relatif est de 13,5 pour 100 au lieu de 3,6 pour 100 avec l'autre, et la forme de la courbe calculée, à concavité beaucoup plus accentuée, est nettement différente de celle de la courbe observée.

Ces premiers résultats, qui devront être repris et complétés, paraissent en accord avec l'hypothèse de l'unité générale dans la forme des courbes d'évanouissement mnémonique.

MÉDECINE. — *Sur les rapports des glandes surrénales avec l'état de gravidité et sur l'efficacité de l'emploi de l'adrénaline dans les vomissements incoercibles de la grossesse.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Léon Labbé.

Les anatomistes du siècle dernier Meckel, Vauquelin, Lobstein, Otto, Casson ont publié des observations montrant que le développement des organes génitaux est en rapport direct avec celui des glandes surrénales, aussi bien chez l'homme blanc que chez le nègre et chez d'autres mammifères, en particulier chez les rongeurs.

Des recherches plus récentes ont précisé les altérations pathologiques variées de ces glandes pendant la gestation et Freund a attribué avec raison certains phénomènes observés dans cet état de la femme à une insuffisance de la sécrétion interne des surrénales. Deux médecins de Modène ont

---

(1) Les formules sont les suivantes : $m = \frac{91}{(\log t)^{1,46}}$ et $m = \frac{1540(\log t)^{2,35}}{t^{1,214}}$. Par suite d'une erreur de transcription, c'est la valeur 43, au lieu de 40, qui servit au calcul des constantes, pour l'intervalle de 60 jours.

tenté de tirer partie de cette théorie : ils ont traité les vomissements incoercibles de la gravidité par un extrait des capsules surrénales. Malgré leur succès, ils n'ont pas été suivis dans cette voie et le fait est tombé en désuétude.

Ayant eu l'occasion de reprendre cette expérience dans deux cas extrêmement graves, nous prenons la liberté de les présenter devant l'Académie, pour attirer l'attention des savants sur un problème d'une très grande importance biologique.

1. Primigeste, 25 ans, conception probable depuis 38 jours. Antécédents : dysménorrhée, hyperchlorhydrie avec crises de vomissements qui revenaient tous les 2 ou 3 mois et duraient 7 ou 8 jours. État actuel (12 octobre 1909) : vomissements tenaces, incessants, impossibilité de garder la moindre quantité d'un aliment quelconque. Echec complet des traitements classiques. Maigreur extrême, pouls imperceptible. Prescription de 10 gouttes d'adrénaline au millième. Dès le premier jour, arrêt des vomissements; la patiente peut s'alimenter. Au bout de 3 semaines, elle cesse cette opothérapie, les vomissements reviennent. Aussitôt qu'elle reprend l'adrénaline, ils disparaissent. Elle a dû prendre pendant plusieurs mois cet extrait surrénal, son poids a augmenté de 15^{kg} et le 28 mai 1910 elle a donné naissance à une *fille* de 2500^{g}, bien portante et à terme.

Le cas suivant est encore plus intéressant parce qu'il présente en particulier une modalité rare de la gestation :

II. Une Syrienne de 21 ans présente, *sans jamais avoir eu ses menstrues*, pour la quatrième fois les signes de gravidité dont l'un des principaux est un vomissement incessant aussi tenace que dans ses conceptions antérieures. Cette révolte de l'estomac a toujours été tellement rebelle qu'on a pensé à chaque reprise à provoquer l'expulsion de l'œuf. Le 27 juin 1910, deux praticiens en présence des signes alarmants étaient convoqués pour délivrer artificiellement la patiente. Celle-ci avait un aspect pseudo-cadavérique, le pouls était difficile à percevoir et à compter, enfin un délire donnait la note de l'extrême gravité de la situation. Nous avons immédiatement introduit sous la peau 10 gouttes d'adrénaline au millième et nous avons répété la même pratique dans la même journée. Dès la première piqûre le vomissement s'arrêtait, on a pu alimenter graduellement la patiente et la situation se transformait rapidement. On a continué les injections hypodermiques pendant une semaine, puis il devenait facile d'administrer l'adrénaline à la même dose par voie gastrique. Contrairement à ce qui se passait dans les gestations précédentes, les vomissements ne reparurent plus, et une *fille* saine de 3^{kg} environ vint au monde à peu près à terme (mars 1911).

Ces deux faits montrent, à notre avis, les liaisons intimes des capsules surrénales avec les glandes génitales. La pigmentation de la peau, les vomissements rebelles, la lassitude qu'on observe dans la maladie d'Addison se

rencontrent également dans certains cas de la gravidité auxquels nous faisons allusion. On peut interpréter ces manifestations par la théorie suivante : les produits des surrénales et des glandes génitales se neutralisent à l'état normal, mais lorsque l'un des deux producteurs est en suractivité, l'autre succombera fatalement, à moins d'une suppléance de la part d'un organe vicariant.

On sait aujourd'hui que l'ostéomalacie, affection terriblement dégradante, cède à l'opothérapie surrénale, comme elle cédait naguère à l'ablation des ovaires. La synergie des deux fonctions devient ainsi incontestable.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La parthénogenèse expérimentale chez* Bufo vulgaris. Note (¹) de M. E. **Bataillon**, présentée par M. Yves Delage.

Les œufs de *Bufo*, protégés par une épaisse couche muqueuse, sont plus difficilement accessibles à des éléments étrangers que ceux de *Rana fusca*, et, avec l'extraction rapide d'un long cordon, les chances de souillure par le fluide sanguin ou le liquide cavitaire sont beaucoup moindres. Les résultats négatifs enregistrés dans la dernière saison, au moins en ce qui touche l'embryogenèse vraie, se comprennent donc sans difficulté. Mais il était à prévoir qu'avec les indications contenues dans ma Note du 20 mars (²), on pourrait provoquer sur ces œufs la parthénogenèse effective.

Les cordons sont fixés à sec sur le fond d'un récipient plat, et étirés de façon que les œufs soient sur une seule série avec une couche muqueuse aussi réduite que possible. On badigeonne avec un peu de sang de *Bufo*, avant de procéder aux piqûres. Au bout de 3 heures et demie ou 4 heures, on observe de magnifiques segmentations et, en moins de 48 heures, on compte un bon nombre de bouchons d'Ecker. L'évolution se poursuivra sur quelques ébauches *à condition qu'on les isole :* car, avec un développement plus lent, l'infection de la gangue compromet sérieusement les cultures. Ce qui importe, c'est le résultat nettement positif, lequel met en relief, d'une façon indiscutable, la nécessité d'un élément étranger.

Mais ce matériel nous fournit de *nouveaux arguments contre la spécificite du deuxième facteur et contre l'addition pure et simple d'un substratum figuré.*

(¹) Présentée dans la séance du 18 avril 1911.

(²) E. Bataillon, *Les deux facteurs de la parthénogenèse traumatique chez les Amphibiens* (*Comptes rendus*, 27 mars 1911).

L'œuf de *Bufo* est fécondable par le sperme de *Rana fusca*. Au cours de mes études sur les croisements (études interrompues par le développement expérimental des idées directrices qui en sortaient), je me suis assuré qu'*il y a amphimixie, union des pronuclei. Mais l'évolution est abortive, puisqu'on n'obtient pas la gastrulation. Or, les œufs de Bufo, actionnés par le sang de Grenouille dans une expérience de piqûre, fournissent des développements réguliers et complets*. On trouvera bizarre au premier abord qu'un élément sanguin donne des résultats meilleurs que l'élément spermatique de la même espèce. Au fond, *c'est l'amphimixie qui se trouve nocive;* et voilà une nouvelle preuve que le substratum inoculé expérimentalement n'ajoute rien à la structure.

L'élément introduit échappe aux phénomènes cinétiques : il ne fait qu'activer et régulariser un processus de parthénogenèse. Avec l'élément spermatique dans la fécondation croisée, c'est l'amphimixie, mais avec une combinaison chromatique impropre à la morphogenèse vraie.

Le paradoxe s'évanouit devant une analyse qui fait ressortir, une fois de plus, l'importance de l'équilibre nucléaire.

L'étude cytologique dont je dégagerai prochainement les traits essentiels est d'une difficulté extrême, et je suis personnellement très heureux qu'un technicien qualifié comme M. Henneguy se décide à l'aborder. La Communication récente [1] par laquelle le savant biologiste confirme mes résultats appelle une remarque. Je ne suis pas surpris que, sur un lot taché de sang, M. Henneguy n'ait pas eu plus de développements que sur un autre non souillé *en apparence*. Pour apercevoir le deuxième facteur, dans le cas de la Grenouille, il faut éviter d'ajouter quelque chose à une souillure par la lymphe, laquelle existe plus ou moins marquée indépendamment du mode d'extraction. J'ai indiqué deux procédés : ouverture au galvanocautère, ou ponte par l'orifice naturel. Dans ces conditions, les témoins piqués de trois opérations pourront ne pas donner un seul développement, alors que ceux d'une quatrième fourniront plusieurs larves. Mais, même dans ce dernier cas, la supériorité du lot imprégné de sang sera frappante. Ma conviction (et je devais être difficile, puisqu'il s'agissait de compliquer beaucoup mon idée première) s'est étayée sur l'étude d'une soixantaine de stocks représentant, pour cette seule saison, plus de 100000 œufs piqués. J'ajoute que la plus grande partie de ce matériel était sacrifiée à la seule démonstration. Il convient, en effet, de répéter que la méthode au sang est *peu recommandable;* qu'avec un pourcentage merveilleux de segmentations précoces et même de bouchons d'Ecker, le milieu très putrescible réduit beaucoup le rendement final. Mais si la démonstration du deuxième facteur

(1) F. Henneguy, *Sur la parthénogenèse expérimentale chez les Amphibiens* (*Comptes rendus*, 3 avril 1911).

exige un sérieux effort dans le cas de la Grenouille, elle devait sortir nettement des expériences sur le genre *Bufo*, puisque les milliers d'œufs opérés par moi l'an dernier n'ont pas donné une seule gastrulation, pas plus que mes témoins piqués de cette année.

Mais, à l'examen cytologique, M. Henneguy verra nettement la différence entre parthénogenèse effective et parthénogenèse abortive, même chez la Grenouille. Trois heures après la piqûre, 90 pour 100 au moins des œufs ont leur pronucleus au stade monaster; alors que les autres (les exceptions), dont les phénomènes cinétiques sont engagés depuis plus d'une heure, achèvent leur division. Cette uniformité d'allure du pronucleus à un certain moment, dégagée des irrégularités de l'évolution abortive, détruit l'illusion. Dans cette proportion énorme (90 pour 100) les œufs sans exception périclitenont : ils sont à éliminer d'une étude de la parthénogenèse effective. Ce n'est plus une question de plus et de moins. Ceux-là seuls *peuvent* évoluer normalement qui sont activés par un certain apport substantiel ([1]).

Des faits nouveaux développés ci-dessus, je dégage deux conclusions essentielles :

1° *En assurant l'intervention du principe accélérateur nécessaire, on applique avec succès la méthode traumatique de parthénogenèse aux œufs d'Amphibiens qui, comme ceux de Bufo, ne me donnaient l'an dernier qu'une évolution abortive;*

2° *Ce deuxième facteur, ici encore, n'est pas spécifique et n'ajoute rien au matériel figuré des cinèses. De là ce résultat, en apparence paradoxal, qu'un élément sanguin de Grenouille inoculé à un œuf de Bufo provoque son développement complet, alors que le spermatozoïde de Grenouille ne permet pas la gastrulation dans la fécondation croisée. Le premier cas répond à une parthénogenèse qui respecte la combinaison nucléaire spécifique (selon la conception de Boveri); le second à une amphimixie inadéquate.*

([1]) Je dois remarquer d'ailleurs que rien, dans la Communication de M. Henneguy, ne heurte mes propres observations. Moi aussi, j'ai relevé un retard et des troubles fréquents dans l'*embryogenèse*. Enfin, si j'en réservais l'étude détaillée, je ne les excluais pas, comme il le croit quand, à propos *des larves proches de la métamorphose*, j'écrivais : « Jusque-là, ces larves se montrent vigoureuses et se sont très bien alimentées; rien ne permet de les distinguer des formes normales issues d'une fécondation. » Ma Note de l'an dernier signalait l'arrêt à tous les stades. Sur le retard dans l'embryogenèse, il y aura une réserve à faire. Sur la question de l'hydropisie des jeunes larves et des conditions de température, j'apporterai des expériences.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le nombre des chromosomes dans les larves parthénogénétiques de Grenouille.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

M. le professeur Henneguy ayant annoncé, dans sa Communication du 3 avril dernier, son intention de déterminer, après M. Bataillon et après moi, le nombre des chromosomes chez les larves parthénogénétiques de Grenouille, il est nécessaire que je présente mes résultats d'une façon plus détaillée que l'année dernière.

Les mitoses étudiées proviennent cette fois d'une larve de 8 jours, tuée en pleine vitalité. Au stade monaster qui caractérise la fin de la prophase, alors que, dans les larves issues d'une fécondation, le nombre des anses est 24, il est ici de 12. Ces anses sont longues et encore contournées et elles sont groupées selon 6 paires. Cette répartition est relativement facile à reconnaître et il est très important d'en tenir compte. Un autre caractère des 12 anses du stade monaster, c'est qu'elles montrent l'indice d'un clivage longitudinal.

Au début de la métaphase, elles se raccourcissent et gagnent en largeur; puis, elles se disposent progressivement selon deux couronnes-sœurs, de telle façon que l'une des anses clivées de chaque paire est contenue dans une couronne, et l'autre dans l'autre couronne. Chaque couronne renferme 6 anses clivées; la plaque équatoriale est bâtie sur le type 6 et non sur le type 12, comme dans les mitoses des têtards obtenus par fécondation. L'accomplissement de la mitose va consister en l'éloignement de ces deux couronnes superposées.

Or, pendant le raccourcissement considérable qui caractérise la métaphase, le clivage des anses s'accuse de plus en plus. Chaque anse est bientôt complètement dédoublée; en sorte que, dès la fin de la métaphase, les deux couronnes superposées renferment chacune 6 paires d'anses, alors que dans les individus ordinaires elles en comptent 12.

A la fin de l'anaphase, on trouve toujours 12 anses réparties selon 6 couples, et il en est de même à la télophase. Alors, après le stade du tassement polaire, apparaît dans les anses une mince fente qui marque leur entrée dans le rétiforme nucléaire, et qui est le prélude de leur division. Comme chaque anse représente en réalité une moitié primaire, la fente qui

apparaît en ce moment correspond à une *subdivision* (1). Le noyau-fille se reconstitue rapidement et chaque anse se transforme en une paire de minces filaments spirals qui demeurent plus ou moins étroitement réunis. C'est sous cette forme de moitiés secondaires filamenteuses, caractéristique de l'état dit *quiescent*, que les chromosomes persistent à travers leur période d'accroissement. Au sein du noyau reformé, les anses gardent l'orientation et la disposition générales qu'elles avaient dans les figures de l'anaphase et de la télophase.

Au début de la prophase suivante, les deux filaments spirals de chaque moitié primaire subdivisée reconcentrent leur substance et se rapprochent l'un de l'autre, en régularisant leurs contours. L'espace qui les sépare et qui représente la fente de subdivision devient très réduit. Bientôt, la cavité nucléaire renferme 6 couples de longues anses spirémateuses, contournées sur elles-mêmes et pourvues d'une très mince fente longitudinale, voilée en beaucoup d'endroits. Elles se raccourcissent peu à peu et finalement se présentent telles que nous les voyons au stade monaster, c'est-à-dire trapues et clivées sur toute leur longueur; puis, elles se disposent en une double couronne équatoriale, de la façon qui a été décrite plus haut. Alors, grâce à l'éloignement des couronnes-sœurs, s'achève la division dont le premier indice remonte à la mitose $n-2$; tandis que la fente apparue à la mitose $n-1$ traverse cette métaphase sans être efficace.

En ce qui concerne plus spécialement l'étude des chromosomes, il faut remarquer que la mitose se déroule ici conformément à ce que j'ai déjà décrit dans d'autres matériels. L'anticipation de la division longitudinale se montre ici également comme une règle générale liée au fait du *duplicisme constant* des chromosomes. Pour une mitose n, le début apparent de la division du chromosome se fait à l'anaphase $n-2$.

Pour ce qui regarde le phénomène de la parthénogenèse expérimentale, il résulte de cette étude que le nombre somatique des chromosomes de la larve de Grenouille, obtenue par le procédé de M. Bataillon, est 6 et représente $\frac{n}{2}$. Au bout de 8 jours, je ne constate pas de régulation du nombre diploïdique. La larve obtenue demeure haploïdique, et, au moins à ce point de vue numérique, elle est comparable à un végétal dans sa phase prothallienne.

---

(1) Armand Dehorne, *Sur la coexistence de la division et de la subdivision des chromosomes à l'état quiescent* (*Comptes rendus*, 28 novembre 1910).

PARASITOLOGIE. — *Recherches sur le traitement de la distomatose du mouton.* Note (¹) de MM. **A. Railliet, G. Moussu** et **A. Henry**, présentée par M. Laveran.

En raison des ravages occasionnés depuis quelques mois par la distomatose sur le bétail français, nous avons entrepris, à l'instigation du Ministère de l'Agriculture, un ensemble d'essais expérimentaux ayant pour but la recherche d'un agent propre à détruire les Douves dans les canaux biliaires.

Nous avons signalé déjà (²) plusieurs de ces essais. Les uns avaient porté sur des médicaments connus pour s'éliminer par le foie, comme l'aloès, le calomel, le salicylate de soude et le boldo; les autres sur divers produits phosphorés, arsénicaux, mercuriaux, etc. Tous nous avaient donné, d'ailleurs, des résultats négatifs.

Nous avons été plus heureux dans une nouvelle série, qui a comporté notamment l'emploi de l'émétique, de l'urotropine, de l'atoxyl et de l'extrait éthéré de fougère mâle.

Les moutons traités étaient pour la plupart atteints d'une forme très grave de la maladie : infestation massive, déjà ancienne, avec une cirrose intense et souvent des Douves répandues dans le péritoine après perforation de la capsule de Glisson.

Beaucoup étaient porteurs à la fois de Grandes Douves (*Fasciola hepatica* L.) et de Petites Douves [*Dicrocœlium lanceatum* Stiles et Hassall seu *dendriticum* (Rud.)], ce qui nous a permis de constater la résistance très différente des deux parasites aux agents médicamenteux. Le diagnostic était vérifié du vivant de l'animal par l'examen microscopique des fèces.

Avec l'émétique et l'urotropine, les résultats ont encore été négatifs; avec l'atoxyl, nous avons obtenu, chez une génisse seulement, l'évacuation de quelques Grandes Douves altérées.

Mais les essais avec l'extrait éthéré de fougère mâle ont été bien autrement concluants. A notre connaissance, Alessandrini (³) est le seul qui

---

(¹) Présentée dans la séance du 18 avril 1911.

(²) A Railliet, G. Moussu et A. Henry, *Essais de traitement de la distomatose* (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, séance du 18 mars 1911, p. 427).

(³) G. Alessandrini, *Contributo allo studio delle malattie parassitarie delle Pecore* (*Bollett. Soc. Zool. ital.*, 2ª ser., vol. IX, 1908, p. 397).

ait noté un résultat positif par l'emploi de cet agent. Chez deux moutons très gravement atteints, qui moururent 2 jours après l'administration du médicament, il constata que « les très nombreuses Douves recueillies dans l'intestin, dans la vésicule et dans les canaux biliaires, étaient mortes et déjà altérées ». Comme on le voit, ces indications des plus sommaires ne mentionnent ni la dose d'extrait, ni la durée du traitement, ni la détermination des Douves, ni les conditions de l'autopsie.

Nos essais ont porté sur cinq moutons d'un poids moyen de 25^{kg} à 30^{kg}, tous hautement infestés et à une période très avancée de la maladie. Chaque dose, administrée *per os*, comportait 5^{g} d'extrait éthéré mélangé à 25^{cm^3} d'huile. Trois moutons provenant des mêmes lots ont été conservés comme témoins. L'autopsie de tous les sujets a été pratiquée immédiatement après la mort, ce qui est une condition essentielle pour la saine appréciation des résultats.

Le premier reçoit une seule dose et meurt 12 heures après. Sa vésicule et ses canaux biliaires renferment 390 Grandes Douves et de nombreuses Petites Douves, toutes très vivantes.

Le deuxième reçoit deux doses à 16 heures d'intervalle ; il est sacrifié *in extremis* 24 heures après la seconde. Les canaux biliaires contiennent de nombreuses Petites Douves très vivantes, et 55 Grandes Douves. De celles-ci, 4 seulement, trouvées dans les plus fins canaux, sont encore vivantes ; les autres sont déjà altérées, étirées, colorées en vert jaunâtre. Dans la vésicule, 142 Grandes Douves mortes, dont 3 seulement offrant cette altération caractéristique ; 16 altérées dans l'intestin grêle ; 10 mortes, mais non altérées, dans le gros intestin.

Un troisième reçoit trois doses à 16 et 24 heures d'intervalle ; il est sacrifié trois jours après la dernière. Les canaux biliaires contiennent quelques Petites Douves bien vivantes, mais on ne rencontre de Grandes Douves ni dans ces conduits, ni dans l'intestin ; seule, la vésicule biliaire en contient 9, tout à fait altérées.

Le quatrième reçoit quatre doses à 24, 24 et 48 heures d'intervalle ; il meurt 7 heures après la dernière. Canaux biliaires avec de nombreuses Petites Douves bien vivantes. Grandes Douves : aucune dans les canaux ; 5 altérées dans la vésicule ; 1 altérée dans le gros intestin ; environ 50 bien vivantes dans le péritoine (lésions de péritonite).

Le cinquième reçoit quatre doses à 48, 24 et 24 heures d'intervalle ; il est sacrifié trois jours après la quatrième. Canaux biliaires avec quelques Petites Douves bien vivantes ; aucune Grande Douve ni dans ces canaux, ni dans la vésicule, ni dans l'intestin.

Les trois moutons témoins, morts ou sacrifiés au cours des expériences, offraient dans la vésicule et les canaux biliaires 178, 85 et 497 Grandes Douves et de nombreuses Petites Douves, toutes parfaitement vivantes.

L'altération que subissent les Grandes Douves sous l'influence de l'extrait éthéré de fougère mâle (et un peu aussi de l'atoxyl) est assez curieuse : elle débute par l'extrémité postérieure du corps et gagne peu à peu les régions antérieures ; on trouve parfois des individus dont une grande partie du corps est déjà verdâtre, étirée, flétrie, alors que la zone située en avant de la ventouse ventrale a conservé son aspect normal et que le prolongement céphalique effectue des mouvements variés.

Une autre remarque nous paraît offrir une réelle importance : dès qu'il n'existe plus dans le foie de Grandes Douves vivantes, la bile perd la coloration brune qui est une des caractéristiques de la distomatose, pour reprendre sa teinte vert clair et sa limpidité. La coloration brune est attribuable en effet aux matières que rejettent ces parasites par la bouche, orifice unique de leur appareil digestif.

Il est bien entendu que l'élimination des Douves ne représente qu'un élément (à la vérité l'élément primordial) du traitement ; mais il sera permis d'escompter le rétablissement des animaux si l'on opère sur des sujets pris au début de la maladie, avant que ne se soient constituées des lésions hépatiques irrémédiables.

En résumé, de tous les agents médicamenteux dont nous avons fait l'essai contre les Douves du foie du mouton, un seul nous a paru donner des résultats nettement positifs : l'extrait éthéré de fougère mâle. Encore ne semble-t-il guère agir, du moins dans les conditions où nous avons opéré, que sur les Grandes Douves, et exclusivement sur celles du foie ; il n'atteint pas les parasites qui ont émigré dans le péritoine. Quatre doses de 5g au moins paraissent nécessaires pour assurer le succès.

Il convient d'ajouter que l'application à la thérapeutique de la distomatose de ce médicament, dont l'action contre les vers du tube digestif est bien connue, permettra de combattre en même temps les infestations parasitaires surajoutées, la strongylose gastro-intestinale en particulier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le dosage du phosphore dans le lait.* Note de MM. **Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons montré, dans une Note présentée à l'Académie et intitulée *Considération sur l'analyse du phosphore dans les cendres du lait*, que lorsqu'on fait les cendres de ce liquide on ne provoque non seulement aucune perte

de phosphore par l'action du charbon sur les phosphates mais encore la matière grasse du lait n'entraîne aucune partie du phosphore à l'état de combinaison volatile.

Dans une Note présentée à l'Académie le 10 avril dernier et ayant pour titre : *Sur le dosage du phosphore dans le lait*, MM. Fleurent et Lucien Lévi ne font que commenter notre travail et nous attribuent une opinion qui n'a jamais été la nôtre comme le prouve du reste le texte même de la Note que nous avons publiée.

L'exemple que nous avons choisi était le suivant :

	P^2O^5 par litre de lait.
Dosage de l'acide P^2O^5 sur les cendres totales.....	1g,663

lesquelles ont été obtenues par simple calcination, avec les précautions d'usage.

Puis, comme nous avions eu soin de l'indiquer, nous avons contrôlé ce chiffre ainsi trouvé en opérant sur le lactosérum, puis sur le coagulum en utilisant le procédé de M. Marie.

C'est ainsi que nous avons trouvé :

	P^2O^5 par litre de lait.
	g
Dans le lactosérum....................................	1,279
Dans le coagulum.....................................	0,319
Soit, au total..........................	1,598

et nous ajoutions : « nous trouvons 1g,598 de P^2O^5 au lieu de 1g,663 de P^2O^5 dosé directement sur les cendres totales du lait, c'est-à-dire une différence pratiquement nulle ».

Cette *différence* ne peut pas être *une perte pendant la calcination au rouge sombre*, comme nous le font dire MM. Fleurent et Lucien Lévi, puisque dans notre exemple le chiffre de l'acide P^2O^5 provenant de la calcination des cendres totales *est plus élevé* que le chiffre d'acide P^2O^5 fourni par notre contrôle sur le lactosérum et le coagulum.

Comme c'est là le point de départ des critiques que nous adressent MM. Fleurent et Lucien Lévi, nous croyons superflu d'insister. Nous conclurons en disant qu'il est, à notre avis, inutile, pour doser l'acide phosphorique dans les cendres d'un lait, d'introduire des corps étrangers tels que : baryte, silice, chaux, chaux sodée, magnésie, ainsi que l'ont préconisé autrefois Alquier, Behagel von Adlerskron, Monthulé, Ed. Geneuil et tout récemment MM. Fleurent et Lucien Lévi. Cela ne nous empêchera pas de consulter avec intérêt le Mémoire que MM. Fleurent et Lucien Lévi ont remis à la Société chimique lorsque ce Mémoire sera publié.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'extraction de la zymase.* Note de M. **Alexandre Lebedeff**, présentée par M. E. Roux.

Dans la séance du 3 janvier 1911, j'ai fait une communication préliminaire sur la zymase extraite de la levure préalablement desséchée par simple macération dans l'eau, en « me réservant d'étudier plus en détail les propriétés du suc de levure obtenu par ma méthode, ainsi que les conditions dans lesquelles ce suc présente le maximum d'activité » ([1]).

M. E. Kayser a publié ici même ([2]) une Note, sous le titre *Recherches sur le suc de levure de bière*, dans laquelle, en étudiant ma méthode, dont il reconnaît la commodité, il attribue une grande importance, sous le rapport de l'activité du suc, à « l'état de la levure, au mode de dessiccation, à la proportion d'eau ajoutée à la levure, et surtout à la température à laquelle s'effectue la macération ».

Or et avant même la publication de mon Mémoire détaillé, qui doit paraître prochainement, j'ai déjà, dans les séances de la Société chimique de France des 27 janvier et 24 mars, attiré l'attention sur ces points importants de la préparation du suc de levure.

En rappelant cette priorité, je suis heureux de constater que les expériences de M. Kayser confirment mes propres observations.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le raz de marée du grand tremblement de terre de 1755 en Portugal.* Note de M. **F.-L. Pereira de Sousa**, présentée par M. A. Lacroix.

On a jusqu'à présent considéré le mégasisme sous-marin, connu sous le nom de *tremblement de terre de Lisbonne*, comme partant de l'Océan au sud-ouest de cette ville; mais l'étude de la direction des vagues sismiques sur les côtes et dans les ports portugais ne confirme pas cette hypothèse.

Le raz de marée a commencé par assécher les rivages, puis il les a assaillis et quelquefois les a ravagés avec violence. Il y a eu trois plus grands mouvements de la mer.

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, p. 49-50.

([2]) *Ibid.*, t. 152, p. 975.

Après avoir étudié divers documents et publications qui se réfèrent à ce tremblement de terre, on peut résumer les effets du raz de marée en Portugal de la manière suivante :

Du cap Saint-Vincent (Algarve) vers l'Est : Cap Saint-Vincent. — Ce cap forme du côté de l'Est une anse protégée contre les vagues du Sud-Sud, qui au contraire ravagent la partie nord. Dans le mégasisme de 1755, c'est le contraire qui est arrivé : la mer au Nord a commencé par baisser à peu près de 12^m, mais n'est pas sortie de ses limites, tandis que du côté de l'Est, à une demi-lieue de distance vers la mer et à une profondeur de 16^m, elle s'est retirée entièrement, puis est montée avec tant de force que, se heurtant contre les rochers, elle s'est élevée à près de 60^m.

Sagres. — Dans ce village, situé au milieu d'un étroit petit cap dans la direction NS, la mer, après s'être retirée d'une demi-lieue, a assailli avec tant de violence les hautes falaises de 30^m qu'elle a monté beaucoup, et davantage du côté de l'Est, en transportant, en dedans des murailles des anciennes fortifications, des poissons, de grands fragments de roches, etc. Au nord-est de ce village et à environ 5^{km} est située la plage du *Mortinhal*, tournée vers le Sud et protégée contre les vagues du Sud-Ouest ; la mer y a pénétré jusqu'à une demi-lieue, ravageant les cultures et laissant à sec beaucoup de poissons et d'énormes blocs de roche.

Lagos. — C'est la ville la plus importante de l'Algarve occidentale ; elle est située à l'ouest d'une jolie baie ouverte vers le Sud. Elle est complètement protégée contre les vagues du Sud-Ouest, mais les ondes sismiques y ont fait beaucoup de dégâts. Elle se trouve à l'extrémité de la rive droite d'une petite rivière qui coule vers le Sud-Est. La mer, après s'être retirée sur une grande surface, est entrée par la vallée de la rivière avec beaucoup de violence, à plus d'une demi-lieue, transportant presque jusqu'à cette distance de petites embarcations, s'élevant de 11^m jusqu'à la partie supérieure des murailles de la ville, les détruisant en certains endroits, et ravageant les prairies, une chapelle, un pont, etc. dans la vallée.

Villa Nova de Portimão. — Ville éloignée de la mer de $2^{km},5$ et située sur la rive gauche d'une rivière qui de là prend à peu près la direction S-SE. La mer s'est élevée à environ 12^m, inondant et ravageant les rives du fleuve. Elle a détruit un fort, un couvent déjà ébranlé par les secousses, etc., tuant 40 personnes.

Le raz de marée a causé aussi beaucoup de dommages et plusieurs morts jusqu'à Faro, ville où déjà il s'est fait moins sentir, ainsi que sur le reste du rivage portugais, en continuant vers l'Est.

Du cap Saint-Vincent vers le Nord : Ponta da Arrifana. — C'est un petit promontoire étroit mais élevé de 60^m qui se dirige droit vers l'Ouest, et à 32^{km} au nord-nord-est du cap Saint-Vincent. La mer s'est retirée à 60^m, puis elle s'est lancée avec impétuosité contre les rochers, s'élevant au Sud à une grande hauteur, ravageant le fort, tandis qu'au Nord elle a seulement monté de 4^m.

Sétubal. — Importante ville basse et plate, à l'entrée du Sado, sur sa rive droite, tournée vers le Sud et protégée contre les vagues de ce côté et du Sud-Ouest. La mer l'a inondé et y a pénétré sur une longueur de 350^m, transportant différentes embarcations, s'élevant jusqu'au plancher du premier étage de quelques constructions, etc.

Lisbonne. — La capitale du Portugal est située sur le Tage, comme Sétubal sur le

Sado, mais plus loin de la mer. Le Tage s'est élevé de 6^m et a inondé surtout le quartier de San-Paulo, mais il est relativement peu entré dans la ville et a fait peu de ravages.

Cascães. — Le contraire est arrivé à Cascães, bourg situé à environ 30^{km} à l'ouest de Lisbonne, au nord-est d'une petite baie, tournée vers le S-SE et protégée du côté SO. La mer est entrée avec tant de violence qu'elle a transporté de petites embarcations jusqu'à sa partie élevée, Alto do Poço Volho, c'est-à-dire dans la direction S-SE et N-NO.

Au nord de Lisbonne, les vagues sismiques n'ont pas fait de dégâts remarquables. Seulement là mer a traversé du Sud au Nord le petit isthme bas de la presqu'île de Peniche, faisant quelques morts.

Archipel de Madère. — *Madère.* — Les secousses n'ont pas été fortes et il n'y a pas eu de ruines; toutefois au Sud, à Funchal, la mer est montée à 5^m au-dessus de la marée haute, et sur le rivage du Nord elle a commencé par reculer de 100^m, en laissant à terre une grande quantité de poissons.

Porto-Santo. — La mer, après avoir abandonné, en se retirant, le *Boqueinão do Ithen de Cinia*, passage situé à l'est de la ville, de 230^m de largeur et de 6^m à sa plus grande profondeur, y est entrée avec tant de violence, qu'elle a remonté de 200^m la rivière de la ville très peu inclinée et dans la direction NS.

Archipel des Açores. — On y a senti le tremblement de terre, qui n'a pas fait de ruines. Seulement, les flux et reflux des vagues sismiques, surtout dans l'île Fercuia, ont mis en danger les bateaux.

Il me semble qu'on peut conclure des faits qui précèdent :

Qu'en Portugal, dans le mégasisme de 1755, *les directions des vagues sismiques ne confirment pas l'hypothèse d'une zone épicentrale sous-marine située au sud-ouest de Lisbonne;*

Qu'elles conduisent à placer cette zone au sud de l'Algarve occidental et au nord-est de l'archipel de Madère;

Que peut-être, pour préciser davantage, elle était située à l'entrée du golfe de Cadix (*en considérant ce golfe à partir du cap Saint-Vincent*), *mais plus près de la côte portugaise, car c'est là que le tremblement de terre a été le plus violent.*

M. Bertin présente à l'Académie deux Mémoires intitulés : *Calcul des carènes inclinées*, par M. Leparmentier.

(Renvoi à la Commission du Prix extraordinaire de la Marine.)

La séance est levée à 4 heures. G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 avril 1911.

Société d'Histoire naturelle d'Autun : XXIIIe Bulletin. Autun, Dejussieu, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Effeitos do terremoto de 1755 nas construcções de Lisboa, por Francisco-Luiz Pereira de Sousa. Lisbonne, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Lacroix.)

Recherches sur la biologie de l'Anchois (*Engraulis encrassicholus* Linné) : *Races, âge, migrations*, par Louis Fage. (*Annales de l'Institut Océanographique;* t. II, fasc. 4.) Paris, Masson et Cie, 1911; 1 fasc. in-4°.

Les unités électriques, par E. de Baillehache. (Extr. de *Sciencia : Rivista di Scienza;* t. VIII, n° 15, 4e année, 1910.) Paris, Félix Alcan; Bologne, Nicola Zanichelli; 1 fasc. in-8° (Hommage de l'auteur.)

Sur une nouvelle détermination de la force électromotrice de l'élément Weston normal, par R. de Baillehache. (Extr. des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e période, t. XXXI, mars 1911.) Paris, H. Le Soudier; 1 fasc. in-8°.

Étude sur le relief du sol et recherches des lois qui y président, par A. Boulangier; 1er et 2e fascicules. Paris, Dunod, 1880; 2 fasc. in-8°.

Traité de Géographie physique, par le Commandant Boulangier; t. I-III. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1896-1898; 3 vol. in-8°.

Report of the Librarian of Congress, and report of the Superintendent of the Library building and Grounds, for the fiscal year ending june 30, 1910. Washington, Government printing Office, 1910; 1 vol. in-8°.

Noticia acerca da vida e obras de João Pinto Delgado, por Sousa Viterbo. (*Hist. e Mem. da Acad.*, t. XII, 2e partie, n° 1.) Lisbonne, 1910; 1 fasc. in-4°.

A mathematica na musica e na linguagem, por Alvaro da Silveira. Bellohorizonte, 1911; 1 fasc. in-8°.

Theory of the rotation of the plane of polarisation, by D.-H. Brauns. Détroit (États-Unis), 1911; 1 fasc. in-8°.

Nature of the electric discharge, by Francis-E. Nipher. (*Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis*); t. XX, n° 1, 28 février 1911.) 1 fasc. in-8°.

Codgio mnemo-telegraphico com applicação a meteorologia, pello engenheiro Nuno Duarte. Rio-de-Janeiro, typ. Leuzinger, 1911; 1 fasc. in-8°.

Di un metodo colorometrico per la determinazione dell' anidride fosforica, per Napoleone Passerini. (Extr. des *Atti della R. Accademia dei Georgofili;* 5e série, t. VII, année 1910.) Florence, M. Ricci, 1910; 1 fasc. in-8°.

Il sismo, il vulcanismo e la constituzione geofisica del geoide, per Leonardo Riccardi. (Extr. du *Bull. della Soc. di Nat. di Napoli;* t. XXIV, 1910.) Naples; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)